



# **ANALISIS KEANDALAN INSTRUMEN *BOILER* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DI PKS. MURINI SAM-SAM**

## **TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi



Oleh:

**DIAN REZA EKA UDI BARUTU**

**11355103042**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SULTAN SYARIF KASIM RIAU  
PEKANBARU**

**2021**

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PERSETUJUAN**

**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMEN *BOILER* DENGAN METODE *RELIABILITY*  
CENTERED MAINTENANCE (RCM) DI PKS. MURINI SAM-SAM**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**DIAN REZA EKA UDI BARUTU**

**11355103042**

Telah diperiksa dan disetujui sebagai Laporan Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro  
di Pekanbaru, pada tanggal 23 Februari 2021

Ketua Program Studi

**Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom.**

**NIP. 19750922 200912 2 002**

Pembimbing

**Aulia Ullah, ST, M.Eng.**

**NIP. 19850618 201503 1 003**

UIN SUSKA RIAU



**Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**LEMBAR PENGESAHAN**

**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMEN *BOILER* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DI PKS. MURINI SAM-SAM**

**TUGAS AKHIR**

Oleh :

**DIAN REZA EKA UDI BARUTU**

**11355103042**

Telah dipertahankan di depan Sidang Dewan Penguji  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau  
di Pekanbaru, pada tanggal 23 Februari 2021

Pekanbaru, 23 Februari 2021

Mengesahkan,



Plt. Dekan

**Dr. Ahmad Darmawi, M. Ag**

**NIP. 19660604 199203 1 004**

Ketua Program Studi

**Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom.**

**NIP. 19750922 200912 2 002**

**DEWAN PENGUJI :**

**Ketua : Dr. Harris Simaremare, ST., MT.**

**Sekretaris : Aulia Ullah, M.Eng**

**Anggota I : Ahmad Faizal, ST., MT.**

**Anggota II : Halim Mudia, ST., MT.**

UIN SUSKA RIAU



## LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL

Tugas Akhir yang tidak diterbitkan ini terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau adalah terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta pada penulis. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau ringkasan hanya dapat dilakukan seizin penulis dan harus disertai dengan kebiasaan ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Penggandaan atau penerbitan sebagian atau seluruh Tugas Akhir ini harus memperoleh izin dari Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Perpustakaan yang meminjamkan Tugas Akhir ini untuk anggotanya diharapkan untuk mengisi nama, tanda peminjaman dan tanggal pinjam.



## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh saya maupun orang lain untuk keperluan lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak memuat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali disebutkan dalam referensi dan dalam daftar pustaka.

Saya bersedia menerima sanksi jika pernyataan ini tidak sesuai dengan yang sebenarnya.

Pekanbaru, 23 Februari 2021

Yang membuat pernyataan,

**DIAN REZA EKA UDI BARUTU**

**11355103042**

1. Dilarang menjiplak sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Terimakasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, sujud syukurku yang sebesar-besarnya kepadaMu ya Tuhan, atas kuasaMu tlah Kau jadikan aku manusia yang senantiasa berfikir,berakal budi dan beriman kepadaMu, semoga dengan ini dapat menjadi satu langkah untuk meraih cita-cita besarku.*

*Teruntuk orang tuaku,ini adalah hasil yang telah kau impikan dan sekarang terwujud sebagai bekalku dimasa depan, harta tanpa ilmu akan habis tapi ilmu yang baik menghasilkan kebijaksanaan, kewajibanmu sebagai orang tua telah kau penuhi maka kewajibanku sebagai anak sampai akhir hidupmu adalah tugasku, terimakasih atas pelajaran hidup yang kalian berikan,kerja keras untuk hidup kami yang terbaik dan semua baik buruk yang membuatku belajar.Teruntuk adik-adik dan abangku Andryus Albert Berutu, Sulastris Indriani Berutu, Nova Kristinawati Berutu, Sesila Yanuarika Berutu (Gondams) Terimakasih dan kita harus kompak sudah saatnya kita merubah susah-susah menjadi suka-suka kepada orang tua kita.*

*Teruntuk mandan standing awak Muhammad Akmal, Firman Sitanggang, Terimakasih lek dari kalian saya belajar banyak hal bahwa saya bukan siapa-siapa didunia ini, saya belum siapa-siapa dan belum apa-apa tapi kalian memperlakukan saya sebagaimana saudara dan untuk teman-teman yang tidak saya sebutkan satu persatu saya mohon maaf karena saya terlalu banyak teman dan banyak pula ngaku-ngaku teman dan juga saya pelupa, bahkan saya bisa lupa pagi tadi sarapan apa. Jadi saya tulis saja disini biar saya ingat Bayu Syaputra, Ari Suyono, Bobby Rezky, Teguh Purwanto, Trianto ST, Ali Akbar, Nikmal Efendi, Jefri Buhea, Ravael Edwin, dan semua yang pernah terluka, tertawa bersama saya, doa saya terbaik semoga kalian sukses jadi bos dan kalian jadi relasi saya nantinya.*

*Dan kepada bapak Aulah Ullah ST,. M.Eng selaku pembimbing saya, terimakasih banyak pak untuk waktu yang sangat berharga, banyak ilmu yang mahal bisa saya temui dari bapak dan terimakasih buat kesabaran dan perhatian bapak.*

*Dan kepada seluruh dosen dan pegawai program studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi*

*Saya tidak beniat untuk mempelajari sebelumnya, Dan kenyataan membuat saya mengerti”*

*~ Dian Rezha Berutu/ Dian Reza Eka Udi Barutu~*



# ANALISIS KEANDALAN INSTRUMEN *BOILER* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DI PKS. MURINI SAM-SAM

DIAN REZA EKA UDI BARUTU

NIM : 11355103042

Tanggal sidang : 23 Februari 2021

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

## ABSTRAK

*Boiler* merupakan sumber energi yang mendukung proses pengolahan di pabrik kelapa sawit, *boiler* tidak luput dari kegagalan yang berdampak pada terjadinya *downtime* dan kerugian secara materil. Maka diperlukan parameter untuk mengurangi laju kegagalan. *Reliability Centered Maintenance (RCM)* merupakan metode yang dapat membantu perawatan dan pemilihan tindakan dengan hasil berupa jadwal dan prioritas perbaikan. Hasil analisa data ditemukan bahwa *Safety Valve*, *Waterlevel* Analog dan *Flowmeter* memiliki nilai RPN tertinggi, dan mendapatkan hasil jadwal waktu perawatan pada komponen *Waterlevel* (Analog), *Manometer* (Analog), *Flowmeter* setiap (392 Hari), *Safety Valve*, *Manometer* (Digital), *Waterlevel* (Digital), *Termobimetal* setiap (785 Hari). Dan *RCM Decision Worksheet* sebagai gambaran tindakan.

**Kata Kunci:** *Boiler*, Jadwal Perawatan, *Reliability Centered Maintenance*, *RCM Decision Worksheet*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

UIN SUSKA RIAU





# THE ANALYSIS OF BOILER INSTRUMENT RELIABILITY USING RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM) METHOD IN SAM-SAM MURINI PALM OIL FACTORY

**DIAN REZA EKA UDI BARUTU**

**NIM : 11355103042**

Seminar Date: February 23, 2021

Electrical Engineering Major

Science and Technology Faculty

Sultan Syarif Kasim State Islamic University, Riau

Jl. Soebrantas No. 155 Pekanbaru

## ***ABSTRACT***

Boilers are a source of energy that supports the processing of palm oil in mills. Failures may still happen with boilers, which can result in some impacts such as downtime and material losses. Therefore, a parameter to reduce the failure rate is needed. Reliability Centered Maintenance (RCM) is a method that can assist in maintenance and selection of actions with results in the form of a schedule and priority for repairs. The results of data analysis found that the Savety Valve, Waterlevel Analog and Flowmeter had the highest RPN value, and got the results of the maintenance time schedule on the components of Waterlevel (Analog), Manometer (Analog), Flowmeter (every 392 days), Savety Valve, Manometer (Digital), Waterlevel (Digital), Thermobimetal (every 785 days). Finally, the RCM Decision Worksheet is used as a basis of actions.

**Keywords:** Boiler, maintenance schedule, Reliability Centered Maintenance, RCM Decision Worksheet.





## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas Berkat, Ilmu, dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat mengerjakan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul **“(ANALISIS KEANDALAN INSTRUMEN *BOILER* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DI PKS. MURINI SAM-SAM)”** sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sarjana akademik di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi. Banyak sekali yang telah penulis peroleh berupa ilmu pengetahuan dan pengalaman selama menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Elektro. Penulis berharap Tugas Akhir ini nantinya dapat berguna bagi semua pihak yang memerlukannya. Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang setulusnya kepada pihak-pihak yang terkait berikut:

1. Teristimewa kedua Orang tua saya yang telah mendo'akan dan memberikan dukungan, serta motivasi agar saya dapat tawakal dan sabar sehingga sukses memperoleh kelancaran dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini dengan baik.
2. Bapak Prof. Dr. Suyino, M.Ag, selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
3. Bapak Dr. Ahmad Dermawi, M.Ag, selaku Plt. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
4. Ibu Ewi Ismaredah, S.Kom., M.Kom, selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
5. Bapak Mulyono, ST., MT., selaku Sekretaris Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
6. Bapak Ahmad Faizal, ST., MT., selaku koordinator Tugas Akhir Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi yang selalu membantu memberikan inspirasi dan motivasi dalam penyelesaian tugas akhir ini.
7. Bapak Aulia Ullah, ST., M.Eng, selaku pembimbing akademik (PA) dan Pembimbing Tugas Akhir (TA) yang selalu membantu dan mendukung dalam proses penyusunan Tugas Akhir saya.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

8. Bapak Ahmad Faizal, ST., MT., selaku Dosen Penguji I dan Bapak Halim Mudia., ST., MT selaku dosen penguji II yang telah banyak memberi masukan berupa kritik dan saran demi kesempurnaan laporan tugas akhir ini.
9. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Prodi Teknik Elektro yang telah memberikan bimbingan dan curahan ilmu kepada penulis sehingga bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
10. Bapak Frans Marbun, selaku Mill Manager yang telah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian untuk tugas akhir saya di PKS PT. Murini Sam-Sam.
11. Bapak Lilik Prahariato, Bapak Herman dan Bapak Suhariono yang membantu saya mengumpulkan data-data untuk keperluan penelitian saya.
12. Seluruh anggota A82 (Arsuyono, Bayu Syaputra dan Firman Sitanggang) serta Muhammad Akmal yang telah memberikan dorongan semangat dan *quality time* yang sangat berharga.
13. Teman-teman mahasiswa kristen di UIN Sultan Syarif Kasim Riau yang selalu memberikan doa tiada henti.
14. Seluruh teman terkasih dari Lokal E 2013 Prodi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
15. Semua pihak yang telah banyak membantu dan memberi motivasi dalam pengerjaan Tugas Akhir ini mulai dari awal hingga selesai yang tidak mungkin disebutkan satupersatu, terimakasih atas bantuannya semoga ilmu yang diberikan kepada penulis dapat bermanfaat.

Saya menyadari dalam penulisan laporan ini masih banyak terdapat kekurangan serta kesalahan, untuk itu dengan segala kerendahan hati, saya menerima segala saran serta kritik yang bersifat membangun, agar lebih baik dimasa yang akan datang.

Harapan saya, semoga laporan Tugas Akhir ini dapat berguna khususnya bagi penulis sendiri, serta memberikan manfaat yang luar biasa bagi pembaca dimasa mendatang.

Pekanbaru, 23 Februari 2021  
Penulis

Dian Reza Eka Udi Barutu



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR HAK ATAS KEKAYAAN INTELEKTUAL .....	iv
LEMBAR PERNYATAAN .....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
DAFTAR ISI .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xiv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	I-1
1.2 Rumusan Masalah .....	I-4
1.3 Tujuan Penelitian .....	I-5
1.4 Batasan Masalah .....	I-5
1.5 Manfaat Penelitian .....	I-5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Penelitian Terkait .....	II-1
2.2 <i>Boiler</i> .....	II-3
<b>2.2.1 Jenis Boiler</b> .....	II-3
<b>2.2.2 Spesifikasi Boiler</b> .....	II-4
2.3 Instrumentasi <i>Boiler</i> .....	II-6
2.4 Keandalan ( <i>Reliability</i> ) .....	II-11
2.5 Perawatan ( <i>Maintenance</i> ) .....	II-15
2.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) .....	II-16
2.7 <i>Reliability Centered Maintenance</i> (RCM) .....	II-23
2.8 <i>RCM Decision Worksheet</i> .....	II-25
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Jenis Penelitian .....	III-1
3.2 Tahapan Penelitian .....	III-2
3.3 Pengumpulan Data .....	III-3
3.4 Analisa Awal .....	III-3
3.5 Kesimpulan .....	III-7
<b>BAB IV HASIL DAN ANALISA</b>	



4.1	Data Sistem Instrumentasi Boiler PKS PT. MURINI SAM-SAM.....	IV-1
4.2	Analisa FMEA.....	IV-2
4.3	Analisa Pareto .....	IV-5
4.4	Analisa Ketersediaan ( <i>Availabelity</i> ) .....	IV-8
4.5	Menentukan Perawatan.....	IV-10

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan .....	V-1
5.2	Saran .....	V-1

## DAFTAR PUSTAKA

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta dilindungi UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau







## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Boiler Vickers</i> .....	II-4
Gambar 2. 2 <i>Boiler Takuma N 1300</i> .....	II-5
Gambar 2. 3 <i>Manometer analog</i> .....	II-7
Gambar 2. 4 <i>Manometer Digital</i> .....	II-8
Gambar 2. 5 <i>Safety Valve</i> .....	II-8
Gambar 2. 6 <i>Water level gauge Analog</i> .....	II-9
Gambar 2. 7 <i>Water level gauge Digital</i> .....	II-10
Gambar 2. 8 <i>Termometer bimetal</i> .....	II-10
Gambar 2. 9 <i>Flowmeter</i> .....	II-11
Gambar 2. 10 <i>Bathtub Curve</i> .....	II-12
Gambar 2. 11 Model Keandalan Sistem Seri.....	II-14
Gambar 2. 12 Model Keandalan Sistem Paralel .....	II-14
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	III-2
Gambar 4. 1 Grafik RPN Instrumentasi Boiler Takuma N1300.....	III-8

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
    - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
    - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
  2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Worksheet FMEA.....	II-16
Tabel 2. 2 Tingkat <i>Severity</i> .....	II-17
Tabel 2. 3 Tingkat <i>Occurrence</i> .....	II-18
Tabel 2. 4 Tingkat <i>Detection</i> .....	II-19
Tabel 2. 5 RCM <i>Information Worksheet</i> .....	II-23
Tabel 2. 6 Penentuan Kriteria Konsekuensi RCM.....	II-26
Tabel 2. 7 Penentuan Kondisi <i>Proactive Task</i> dalam RCM.....	II-26
Tabel 3. 1 FMEA <i>Worksheet</i> .....	III-5
Tabel 3. 2 RCM <i>Decision Worksheet</i> .....	III-6
Tabel 4. 1 Komponen instrumen boiler Takuma N1300.....	IV-2
Tabel 4. 2 FMEA worksheet Boiler Takuma N 1300 .....	IV-2
Tabel 4. 3 Nilai RPN Instumen Boiler Takuma N 1300 .....	IV-5
Tabel 4. 4 Nilai RPN Instumen Boiler Takuma N 1300 .....	IV-6
Tabel 4. 5 Hasil perhitungan MTTF Instumen boiler Takuma .....	IV-9
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan MTTR Instumen boiler Takuma .....	IV-9
Tabel 4. 7 Analisa Ketersediaan Instumen boiler Takuma .....	IV-10
Tabel 4. 8 Jadwal Perawatan Instrumen boiler Instumen boiler Takuma N1300 .....	IV-11
Tabel 4. 9 RCM Decison Worksheet Sistem: Savety Valve .....	IV-13
Tabel 4. 10 RCM Decison Worksheet komponen Waterlevel Gauge (Analog) .....	IV-14
Tabel 4. 11 RCM Decison Worksheet komponen <i>Flowmeter</i> .....	IV-15

- Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pabrik kelapa sawit adalah industri yang mengelola tandan buah segar (TBS) kelapa sawit sebagai bahan baku yang akan diproses menjadi minyak mentah kelapa sawit yang sering disebut *Crude Palm Oil* (CPO) juga *Palm Kernel Oil* (PKO). Industri kelapa sawit adalah sebuah industri yang memiliki nilai potensial tinggi serta banyak ditemukan di Indonesia ada sekitar 827 lebih Pabrik kelapa sawit (PKS) yang tersebar dan pada Provinsi Riau terdapat 185 pabrik (Kemenperin.go.id 2020) dan dari industri ini hasil dari perkebunan kelapa sawit yang memproduksi Tandan Buah Segar (TBS) baik dari perkebunan milik pribadi perusahaan atau milik masyarakat dapat bermanfaat menjadi nilai tukar yang berharga dan dapat dijual ke pabrik. Pabrik kelapa sawit memiliki proses pengolahan mulai dari Tandan Buah Segar (TBS) sampai menjadi minyak mentah (CPO) serta inti sawit (PKO). Pada umum-nya proses pengolahan pabrik kelapa sawit hampir sama dengan pabrik lainnya PT.PKS Murini Sam-Sam Riau-Bengkalis adalah perusahaan yang mengolah TBS hasil kebun sendiri dan juga menerima TBS dari *supplier* hingga menuntut perusahaan ini untuk beroperasi selama 20 jam perhari. Stasiun pengolahan yang turut ikut harus beroperasi penuh adalah *boiler* karena *boiler* adalah peralatan yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan listrik sebagai pembangkit. *Boiler* adalah unit yang yang tak luput mengalami kerusakan mengingat *boiler* adalah komponen yang sangat penting dalam proses pengolahan sudah seharusnya diberikan perhatian khusus untuk menjaga *boiler* agar berada dalam performa yang dibutuhkan dan jangan sampai berhenti bekerja karena itu akan memberikan dampak yang merugikan bagi perusahaan.

Dari studi pendahuluan yang dilakukan yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi maka dilakukan wawancara bersama Bapak Lilik Praharianto yang merupakan masinis kepala pabrik di PKS PT. Murini Sam-Sam, dari wawancara yang dilakukan terdapat masalah dan kegagalan yang ditemui pada *boiler* terutama instrumentasi yang ada pada *boiler* tersebut yang merupakan sistem yang berperan penting sebagai pengontrol, pengendali dan pengaman seperti komponen *safety valve*, *manometer*, *flowmeter*, *termobimetal*, *water level*. Jika terjadi kegagalan yang mengharuskan perbaikan atau pergantian komponen maka bisa saja *boiler* tidak dapat berjalan optimal bahkan harus



diberhenti operasikan mengingat resiko bahaya jika *boiler* dipaksakan melakukan fungsinya dalam keadaan tidak layak menjalankan operasi dan hal tersebut menimbulkan kerugian pada perusahaan.

Beberapa kasus kegagalan yang terjadi pada *boiler* dikarenakan *boiler* meledak bahkan tidak hanya berdampak pada kerugian material seperti kasus yang terjadi pada *boiler* PT Kwang Lim Indonesia. *Boiler* meledak dikarenakan tidak terdeteksinya error pada kinerja *boiler* padahal dari keterangan bahwasanya *boiler* tersebut baru saja di perbaiki dan dianggap aman oleh mekanik yang bekerja (Fajarta 2016).

Dari studi pendahuluan dan kasus yang terjadi dapat disimpulkan bahwa kegagalan yang terjadi pada *boiler* menimbulkan kerugian pada industri. Kegagalan-kegagalan yang terjadi biasa saja dikarenakan berkurangnya kinerja fungsi karena usia komponen, kegagalan sistem, atau kegagalan karena kelalainan operator *boiler* tersebut. Adanya *boiler* yang mengalami kegagalan memberikan pengaruh pada hasil kerja *boiler* itu dan kegagalan itu bisa saja memberikan dampak bagi peralatan lainnya.

Parameter yang sangat berperan penting dalam aktivitas *boiler* adalah sistem instrumentasi pada *boiler* dimana instrumen *boiler* berhubungan pada perhitungan dan pengontrolan yang memiliki fungsi sebagai alat pengukur, alat analisa, alat kendali dan alat pengamanan. Kekurangan informasi yang memadai untuk menentukan perawatan serta aktivitasnya yang diprioritaskan akan meningkatkan laju kerusakan yang berakibat pada *downtime*.

*Downtime* didefinisikan kedalam waktu sistem maupun komponen yang tak bisa di fungsikan dengan baik atau mengalami pengurangan performa dalam kinerjanya, (Gaspersz 1992).

Maka dibutuhkan parameter untuk mempertahankan fungsi *system* dan menentukan langkah perawatan (*maintenance*) yang tepat untuk menghindari terjadinya *downtime* atau kegagalan.

Salah satu parameter yang dapat meningkatkan pengukuran kinerja instrumentasi *boiler* dengan menggunakan perhitungan keandalan yang memakai metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM). Menurut (Moubray 1997), Adapun tujuan yang dapat dihasilkan dengan metode ini adalah mempertahankan fungsi dari sistem dengan mengidentifikasi mode kegagalan (*failure mode*) memperhatikan komponen yang paling





kritis dan baik digunakan untuk menentukan perawatan yang paling diutamakan dan menentukan kapan waktu terbaik untuk perawatan sampai penggantian komponen kritis tersebut.

Perhitungan keandalan bertujuan untuk menganalisa peluang terjadinya kegagalan atau kerusakan pada instrumen *boiler* di masa yang akan datang. Dan perhitungan keandalan juga bertujuan untuk menurunkan tingkat kerugian yang akan dialami oleh perusahaan karena dengan menentukan perhitungan yang tepat kita dapat melakukan tindakan sebelum mengalami kerusakan fatal yang akan menurunkan bahkan sampai menghentikan produksi.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hamid (2019). melalui metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) melalui pemilihan solusi *preventive maintenance* sebagai tindakan yang diambil sebelum terjadi kerusakan dan memastikan semua fasilitas tetap menjalankan fungsinya dalam oprasionalnya. Melakukan penelitian yang berfokus pada katel uap (*Boiler*) dari rancangan interval perawatan yang dilakukan dapat ditemukan penyebab kegagalan yang terjadi pada katel uap yaitu terdapat pada perpipaian, *feed water pump*, *daerator tank*, *secondary fan*, *wet dust collector* dan *daerator pump*. Kemudian dijalankan analisa *time to failure* nya, dilakukan perancangan penjadwalan perawatan per-15 hari sekali. Kemudian melakukan kegiatan merawat yang disarankan pada fase proses yaitu *on condition task* berbentuk *inspection*, *servicing* serta *testing*. Dan tidak dalam fase proses *restoration task* berupa *alignment*, *adjustment* dan *istallation*.

Penelitian terdahulu yang dilakukan Amalia,dkk (2017), yang berjudul “Perancangan Aktivitas Perawatan melalui Metode RCM II (*Reliability Centered Maintenance*) serta Penentuan Persediaan Suku Cadang Pada Boiler Perusahaan Rokok”. Peneliti menggunakan metode RCM serta menentukan keperluan suku cadang dengan memakai *Economic Order Quantity* (EOQ) untuk mengoptimalkan jumlah persediaan dan pemesanan. dengan menggunakan data primer dan skunder, tahap awal dalam pelaksanaan RCM ini peneliti mempersiapkan *Functiona Bloc Diagram* (FBD) yang akan menggambarkan sistem aliran *boiler* bekerja, kemudian menganalisa dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang dapat mengidentifikasi kejadian kegagalan dalam *boiler* melalui pemberian nilai risiko kegagalan memakai *Risk Priority Number* (RPN). Hasil analisa dengan FMEA



menunjukkan bahwa terdapat 14 bentuk kegagalan dan 3 komponen memiliki nilai RPN yang cukup tinggi.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Abror,dkk (2018), yang berjudul “Analisis Resiko Pada *Boiler* Pabrik Pengolahan Tembakau dengan Menggunakan Metode FMEA dan *Bow Tie Analysis*” dengan menggunakan diagram sederhana *Bow tie analysis* untuk menganalisis jalur resiko mulai dari penyebab hingga dampak yang ditimbulkan dari *hazard* untuk seterusnya dilakukan langkah *preventif*, *mitigasi* dan mengontrol *hazard*. *Bow tie analysis* dimulai dari *top event* yang merupakan kejadian dari pelepasan bahaya, kemudian menentukan penyebab dan dampak dari kejadian tersebut lalu kemudian menentukan tindakan pengendalian. Dari hasil indentifikasi dari 52 komponen yang ada pada *boiler* dengan menggunakan metode FMEA didapatkan 2 komponen yang masuk dalam kategori *high risk* yaitu *attemprator* dan *feed water pump*.

Melihat dari permasalahan tersebut kegagalan *system* atau waktu *downtime* adalah masalah yang menakutkan pada setiap perusahaan karena hal itu akan menimbulkan kerugian pada perusahaan dan jika tidak mengambil langkah yang tepat maka kegagalan masih akan bisa terjadi sewaktu waktu, sumber kegagalan pada setiap perusahaan bervariasi mengingat setiap perusahaan memiliki karakter masing masing.

Oleh sebab itu peneliti berencana menganalisa keandalan pada PKS PT. Murini Sam-Sam dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) dan memberikan judul Tugas Akhir “**ANALISIS KEANDALAN INSTRUMEN *BOILER* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE* (RCM) DI PKS. MURINI SAM-SAM**”. Hal ini berguna untuk membantu pihak perusahaan dalam meminimalisir *boiler* berhenti beroperasi dan menjadwalkan waktu terbaik untuk melakukan pemeliharaan baik secara menyeluruh atau pun per komponen pada *boiler*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang di uraikan diatas, permasalahan yang ingin diselesaikan melalui penelitian Tugas Akhir ini adalah bagaimana cara untuk mengurangi laju kegagalan yang terjadi pada sistem instrumentasi yang terdapat pada *boiler* dengan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM).



### 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan permasalahan yang dikemukakan di atas, penelitian ini memiliki tujuan untuk:

1. Mengidentifikasi jenis kegagalan yang terjadi pada *boiler* dengan menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM)
2. Menentukan nilai keandalan dan ketersediaan pada sistem instrumentasi *boiler*
3. Mengetahui dampak yang terjadi apabila *boiler* mengalami kegagalan
4. Menentukan selang waktu pada kerusakan yang terjadi pada instrument *boiler* saat penggantian serta menentukan jenis perawatan yang digunakan.
5. Menentukan jadwal perawatan yang tepat yang dapat dilakukan.

### 1.4 Batasan Masalah

Ada beberapa batasan masalah yang dapat mencegah pembahasan yang lebih meluas pada penelitian ini seperti berikut :

1. Data kerusakan yang digunakan untuk pengamatan dan analisis adalah data dari tahun 2016 sampai tahun 2020.
2. Penelitian yang dilakukan hanya berfokus pada *boiler* Takuma N1300.
3. Penyebab kegagalan *boiler* hanya dapat dilihat dari aspek manusia, mesin, umur komponen, dan metode yang digunakan dalam proses beroperasinya *boiler*.
4. Objek penelitian adalah *boiler* milik PKS PT. Murini Sam-Sam, Pinggir, Bengkalis.

### 1.5 Manfaat Penelitian

Berikut adalah beberapa manfaat penelitian yang dapat diperoleh dari penelitian ini diantaranya, yaitu:

1. Bagi perusahaan, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai rekomendasi dalam menjadwalkan pemeliharaan instrumen *boiler* dan dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk mengevaluasi kinerja *boiler* agar dapat tetap bekerja secara optimal tanpa mengganggu produksi.
2. Bagi Peneliti, Penelitian ini dapat berguna untuk menambah pengetahuan dan wawasan dalam bidang *maintenance* khususnya *maintenance* bagian instrument *boiler* untuk pabrik kelapa sawit (PKS).



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terkait

Pada bab ini berisi tentang penelitian terdahulu. Penelitian terdahulu sangat penting menjadi landasan untuk saya dapat menyusun Tugas Akhir ini dan terdapat penjelasan tentang teori dalam sistem Keandalan,

Pada penelitian yang dilakukan oleh Rachman,dkk (2017). *Reliability Centered Maintenance* (RCM) digunakan dalam penelitian deskriptif dengan tujuan menentukan komponen yang paling kritis pada komponen boiler. Pada penelitian tersebut terdapat 7 tahapan diantaranya, yaitu memilih sistem serta mengumpulkan informasi, pembatasan sistem, deskripsi sistem juga blok diagram fungsi, *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Logic Tree Analysis* (LTA), pemilihan tindakan, hingga akhirnya menentukan selang waktu perawatan dan penggantian komponen kritis dengan *Total Minium Downtime* (TDM). Dapat disimpulkan pada penelitian ini, *gland steal steam* sebesar 180 merupakan komponen yang paling kritis dan mempunyai *Risk Priority Number* (RPN) terbesar, dan *check valve* sebesar 120 sehingga dibutuhkan tindakan perawatan yang tepat serta lebih peduli terhadap komponen kritis tersebut. Dari perawatan yang disarankan terdapat penurunan rata-rata *downtime* sebesar 11,33% dibandingkan dengan perawatan sebelumnya.

Pada penelitian yang dilaksanakan oleh Amalia,dkk (2017). Dengan menggunakan data primer dan skunder, tahap awal dalam pelaksanaan RCM ini peneliti mempersiapkan *Functiona Bloc Diagram* (FBD) yang akan menggambarkan sistem aliran *boiler* bekerja, kemudian menganalisa dengan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) yang dapat mengidentifikasi kegagalan yang terjadi dalam *boiler* dengan memberikan penilaian risiko kegagalan memakai *Risk Priority Number* (RPN). Hasil analisa dengan FMEA menunjukkan bahwa terdapat 14 bentuk kegagalan dan 3 komponen memiliki nilai RPN yang cukup tinggi. Terdapat tiga kegiatan perawatan dengan menggunakan RCM *Decision Worksheet* untuk masing – masing *failure mode* pada komponen *boiler* yaitu :





Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mengutip sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

- a. *Scheduled discard task* : Check Valve pada Boiler Feed Water Pump , Seal Boiler Feed Water Pump, Demister Chimney, Filter Gas, Valve Air, Valve Gas, dan Sensor Level Air.
- b. *Scheduled restoration task* : Burner, Deaerator, Bearing Tangki Pengaduk Garam, Motor Tangki Pengaduk Garam, Jarum Pengunci dan Pegas Spring pada Pressure Gauge.
- c. *Scheduled on condition task* : Safety Valve

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sulistiyono,dkk (2008). Melakukan analisis keandalan pada sistem instrumentasi pada *High Pressure Boiler* (HPB) dengan metode RCM dimana operasional diidentifikasi kedalam FMEA atau di dalam RCM dapat dikatakan sebagai RCM II *Information Worksheet* dan *Decision Worksheet*. Kemudian masuk pada langkah pendeskripsian sistem dengan menggunakan *Functional Block Diagram* (FBD) dan metode matematis dari (FMEA) digunakan untuk mengetahui penyebab kegagalan pada proses dan selanjutnya analisis (RPN) untuk menentukan tingkat potensi masalah. Berdasarkan hasil FMEA/RCM II, diketahui terdapat potensi terjadinya *functional failures* pada (HPD) sebanyak 25 bentuk kegagalan dan dampak yang muncul oleh kegagalan *equipment* HPB dibagi menjadi 3 jenis yaitu: Kegagalan yang berefek pada terhentinya proses produksi, kegagalan yang berefek pada kerusakan atau kecacatan produk, kegagalan yang berdampak pada keamanan operasi HPB. Hasil penelitian resiko yang diberikan FMEA menunjuk komponen kritis yang perlu mendapatkan prioritas utama adalah kegagalan pada *mechanical seal High pressure pump water* dan *thermometer*. Dan kebijakan perawatan yang diberikan untuk menghadapi kegagalan fungsi dari *equipment* HPB secara keseluruhan terbagi dalam beberapa kegiatan yaitu: *Scheduled discard task*, *Scheduled restoration task*, *Scheduled on conditon task*, *Combination of task*.

Dari referensi penelitian terkait yang dikumpulkan. Penulis tertarik untuk mengembangkan penelitian tentang keandalan *boiler* seperti yang dilakukan sebelumnya, menggunakan metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) serta menentukan jadwal perawatan yang tepat pada instrumentasi *boiler* berdasarkan kegagalan yang terjadi.



## 2.2 Boiler

*Boiler* adalah mesin kalor (thermal engineering) yang mentrasfer sejumlah energi kimia menjadi kerja atau usaha (Muin 1988). *Boiler* memiliki fungsi menjadi pesawat konversi energi yang mengkonversi energi kimia atau potensial yang berasal melalui bahan bakar fosil maupun non fosil menjadi energi panas.

Air merupakan media yang digunakan untuk menghantarkan panas pada suatu proses. Volume air akan bertambah sekitar 1600 kali apabila air dididihkan hingga menjadi steam. Peningkatan volume air akan menghasilkan sebuah tenaga yang berbentuk bubuk mesiu dimana bubuk ini mudah meledak jadi boiler adalah peralatan yang wajib dilakukan pengelolaan serta penjagaan secara amat baik.

Sistem *boiler* terdiri dari tiga sistem yaitu (UNEP 2008):

1. Sistem Air Umpan (Feed Water System) adalah sebuah sistem yang secara otomatis melakukan penyediaan air umpan selaras dengan keperluan steam.
2. Sistem Steam Merupakan sebuah sistem yang memiliki fungsi untuk mengumpulkan serta melakukan kontrol produksi steam. Steam dialiri sampai titik pengguna melalui steam pemipaan.
3. Sistem Bahan Bakar (Fuel System) adalah sebuah sistem yang memiliki fungsi melakukan pengaturan juga penyediaan bahan bakar guna memberikan hasil panas yang diperlukan.

### 2.2.1 Jenis Boiler

Sesuai dengan mekanisme fluida yang mengalir pada pipa, maka *boiler* yang digunakan pada industri diklasifikasikan menjadi dua, yaitu (Muin 1988):

#### 1. Fire Tube Boiler

Jenis *boiler* ini dilari oleh gas pembakaran pada bagian tubenya dan dialiri oleh air yang akan diuapkan pada bagian sell. Air yang melindungi tube akan segera mendinginkan tube yang ada pada jenis *boiler* ini. Jumlah haluan horizontal pada gas pembakaran diantara *furnance* juga pipa-pipa api mempengaruhi jumlah pass pada *boiler*. Pass pertama terhitung oleh laluan gas pembakaran pada *furnance*. *Fire Tube Boiler* sering dipakai pada industri pengolahan mulai dari skala kecil hingga skala besar. Didalam *boiler* ini, gas panas

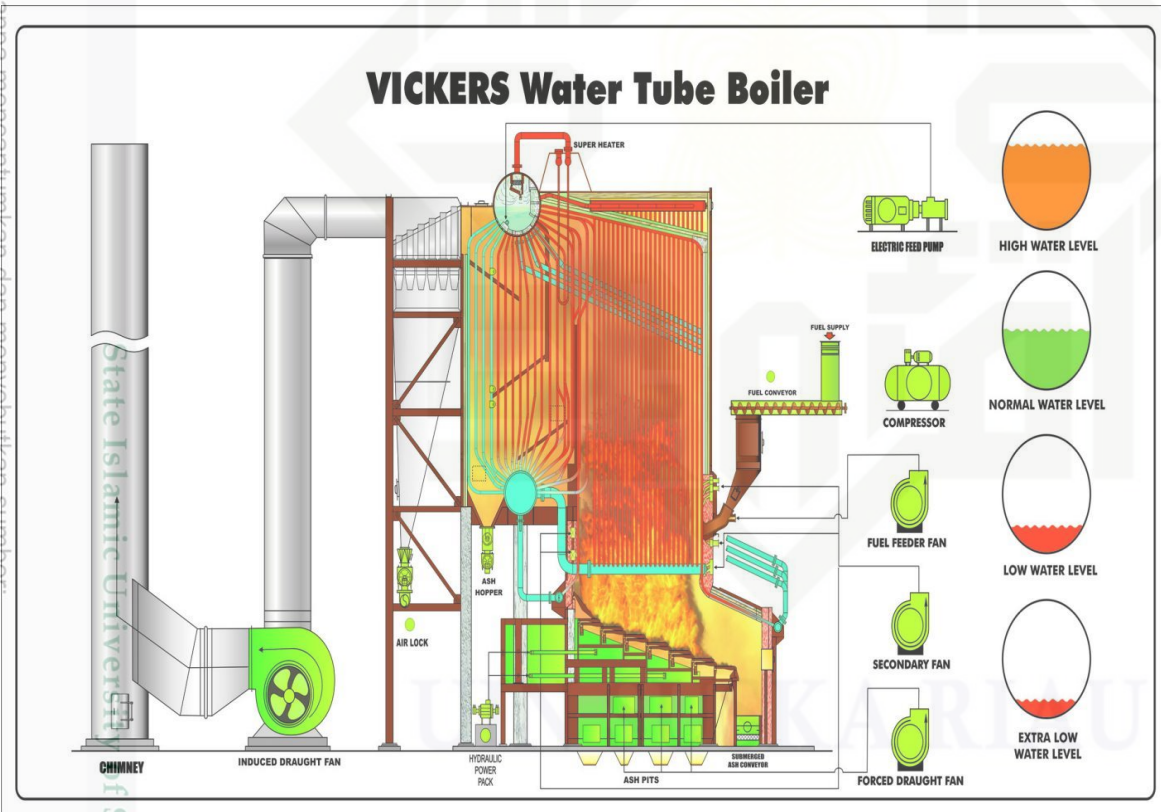
yang melampaui sejumlah pipa air serta air umpan *boiler* ada pada shell supaya dilakukan perubahan kedalam *steam*.

## 2. Water Tube Boiler

Pada jenis *boiler* ini, air umpan *boiler* masuk kedalam drum setelah mengalir melewati pipa-pipa. Gas pembakar pembentuk steam pada daerah uap drum kemudian memanaskan air yang sudah tersirkulasi. Sama halnya dengan kasus *boiler* untuk pembangkit, *boiler* ini digunakan apabila keperluan steam bertekanan sangat tinggi. *Boiler* yang sangat modern ini didesain melalui kapasitas *steam* melebihi 20.000 kg/jam yang amat tinggi tekanannya.

### 2.2.2 Spesifikasi Boiler

#### 1. Vickers Water Tube Boiler



Gambar 2. 1 Boiler Vickers

(Sumber: PKS PT. Murini Sam-Sam 2020)



## Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

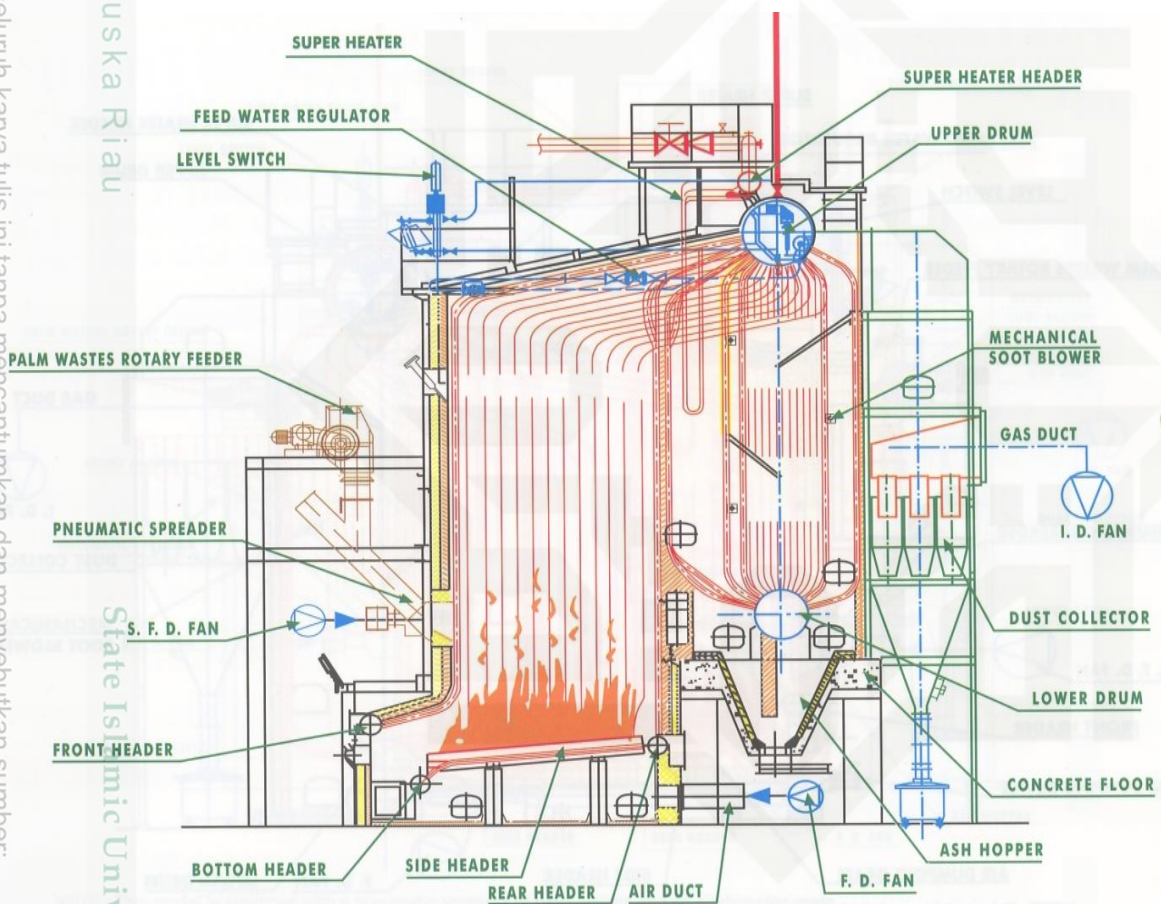
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Name : Vickers Hoskins Boiler  
Type : Water Tube Boiler  
Model : TW 17/62-75  
Capacity : 25 ton/jam  
Design Pressure : 2.400 KPA  
Hydro Pressure : 3.600 KPA

## Takuma N1300



Gambar 2. 2 Boiler Takuma N 1300  
(Sumber: PKS PT. Murini Sam-Sam 2020)

Name : Takuma N 1300  
Type : Water Tube Boiler  
Model : N-1300  
Capacity : 45ton/jam



Temperatur Uap : 260 °C

Max Tekanan Uap : 25 kg/cm<sup>2</sup>

### 2.3 Instrumentasi Boiler

Instrumentasi serta sistem instrumentasi dipakai bertujuan untuk mengukur serta mengontrol maupun keduanya, pada proses industri contohnya kimia, pembangkit listrik, perminyakan, makanan, kertas, tekstil serta industri yang lain. Sebuah instrumentasi tidak bisa melakukan pekerjaannya sendiri namun wajib ada *equipment* yang mendukung, oleh sebab itu instrumentasi tidak bisa dilepaskan karena saling berhubungan pada pengontrolan sebuah proses tertentu. Umumnya sistem instrumentasi memiliki empat fungsi utama :

1. Sebagai alat pengukuran

Sebagai alat ukur, yakni mempunyai fungsi guna menelusuri serta memonitor bekerjanya sebuah situasi operasi lewat penghitungan besaran pada variabel proses yang sedang dilakukan pengukuran. Penghitungan yang sering dijalankan ialah berbentuk pengukuran: tekanan, aliran (*flow*), temperatur serta tinggi permukaan cairan.

2. Sebagai alat analisa

Sebagai alat analisa peralatan instrumen mempunyai fungsi guna melakukan analisis mutu kandungan pada sebuah produk. Selanjutnya bisa pula dipakai menjadi alat analisis guna mencegah polusi lewat hasil buangan industri supaya tidak menimbulkan bahaya serta kerusakan lingkungan. Instrumentasi sebagai alat analisa sering ditemui pada bidang kimia juga kedokteran.

3. Sebagai alat kendali (*control*)

Sebagai alat *control* yakni mempunyai fungsi guna melakukan pengendalian operasi yang berjalan supaya variabel proses yang dilakukan pengukuran bisa dilakukan pengaturan maupun pengendalian selaras harga yang diharapkan. Instrumentasi menjadi alat kendali sering didapatkan pada bidang elektronika, industri serta sejumlah pabrik.

4. Sebagai Alat Pengaman

Sebagai alat pengaman yakni mempunyai fungsi guna melakukan pencegahan kerusakan dalam peralatan, melakukan pencegahan kejadian bahaya kecelakaan bagi orang yang melakukan pekerjaan, serta melakukan pencegahan kerusakan

pada lingkungan. Sistem pengamanan tersebut memiliki sejumlah tahap, yakni memperingati berbentuk *alarm* serta menjalankan *shutdown* bagi proses yang ada.

Terdapat 2 langkah menjalankan penghitungan analisa kendali juga pengamatan pada instrumentasi, yakni melalui langkah manual atau analog dimana hasil pembacaannya wajib dilakukan penulisan serta melalui cara digital maupun otomatis yang mana hasil pembacaannya langsung dengan cara otomatis melalui pemakaian komputer. Proses manual serta otomatis dalam instrumentasi tidak dapat dilepaskan sebab 2 hal itu saling berhubungan. Instrumentasi dapat dipakai pada penghitungan melalui seluruh tipe besaran fisis, mekanis, kimia atau besaran listrik. Dalam sistem instrumenstasi sejumlah besaran fisis yang dilakukan pengukuran anatara lain suhu, tekanan, kelembaban, aliran, radiasi, level, suara, kecepatan, cahaya, *torque*, sifat listrik (arus, tahanan, serta tegangan listrik), densiti serta viskositas.

Adapun beberapa komponen -kompoen instrumentasi yang terdapat pada *boiler* sebagai berikut (PKS PT. Murini Sam-Sam 2020):

### 1. Manometer atau Pressure Gauge Analog

*Manometer* atau *pressure gauge* berfungsi sebagai alat guna menunjukkan besarnya tekanan steam didalam drum maupun pada superheater, memiliki keluaran hasil dengan penunjuk jarum. Manometer yang dipakai ialah merk Wika. Dalam memasang manometer tersebut dipakai pipa angsa (*symphon pipe*) guna menghalau kesalahan penghitungan dikarenakan ketinggian temperatur juga tekanan yang secara langsung dikaitkan pada *manometer*.



Gambar 2. 3 *Manometer* analog

(Sumber: PKS PT. Murini Sam-Sam 2020)

## 2. Manometer atau Pressure Gauge Digital

Manometer atau pressure gauge Digital berfungsi sebagai alat guna menunjukkan besarnya tekanan *steam* didalam drum maupun pada superheater, memiliki keluaran hasil berupa angka digital yang dapat dilihat, alat ini diletakkan pada kontrol panel *boiler*. Manometer digital yang digunakan adalah merk Autonics.



Gambar 2. 4 Manometer Digital

(Sumber: PKS PT. Murini Sam-Sam 2020)

## 3. Safety Valve

Safety valve memiliki fungsi menjadi pengaman *boiler* yang akan menjalankan pekerjaan apabila ditemui tekanan lebih maupun tekanan yang melebihi batas dari yang telah diizinkan pada *boiler*. Valve tersusun atas dua macam, yakni valve pengaman uap basah, yang kedua adalah valve pengaman uap kering. Safety valve tersebut bisa disetting selaras dengan aspek minimum yang sudah ditentukan. Tekanan 21 kg/cm<sup>2</sup> adalah tekanan yang diatur pada uap basah sedangkan tekanan 20,5 kg/cm<sup>2</sup> adalah tekanan yang diatur pada valve pengaman uap kering.



Gambar 2. 5 Safety Valve



(Sumber: PKS PT. Murini Sam-Sam 2020)

#### 4. *Water level gauge Analog*

*Water level gauge Analog* adalah alat yang berfungsi sebagai pengontrolan dan mengukur tinggi debit air atau sering disebut juga gelas penduga. Alat ini diaplikasikan di *steam drum* karena *level* air harus tetap berada pada standar yang ditentukan agar sistem kerja pada *boiler* tetap berjalan normal. *Water level analog* yang digunakan yaitu *sight glass* keluaran *level* air dapat dilihat dari tabung kaca. *Sight glass* ini memiliki pengontrol air otomatis dengan adanya indikator alarm dan lampu, jika *boiler* kekurangan air alarm dan lampu berwarna merah akan hidup dan jika boiler kekurangan air alarm dan lampu berwarna hijau akan hidup.



Gambar 2. 6 *Water level gauge Analog*

(Sumber: PKS PT. Murini Sam-Sam 2020)

#### 5. *Water level gauge Digital*

*Water level Digital* adalah alat yang juga berfungsi sebagai pengontrolan dan mengukur tinggi debit air yang memiliki keluaran angka yang ditampilkan dimonitor. Alat ini diaplikasikan dengan adanya bantuan alat *transmitter* di *steam drum* melakukan perubahan sensing element pada suatu sensor kedalam sinyal yang bisa diterjemahkan melalui *controller*.

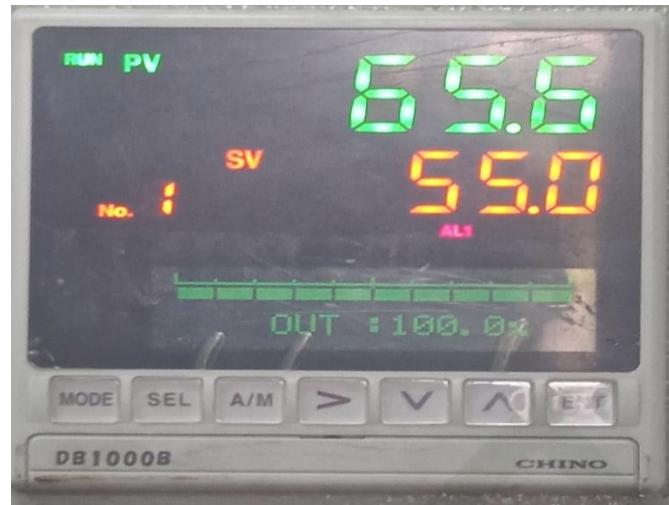


#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2. 7 Water level gauge Digital

(Sumber: PKS PT. Murini Sam-Sam 2020)

#### 6. Termometer bimetal

*Termometer bimetal* adalah kombinasi *termometer* serta *bimetal*. *Termometer* merupakan alat yang dipakai guna melakukan pengukuran suhu serta *bimetal* merupakan 2 tipe logam yang panjangnya tidak sama serta kecepatan muainya yang ditempelkan menjadi satu. Sehingga *termometer bimetal* merupakan alat guna melakukan pengukuran suhu yang memakai 2 tipe logam yang tidak sama panjang serta kecepatan muai menjadi penggerak jarum penunjuk suhu. *Termometer bimetal* dipakai guna melakukan pengontrolan suhu dalam *feed tank* juga *dearator*.



Gambar 2. 8 Termometer bimetal

(Sumber: PKS PT. Murini Sam-Sam 2020)

## 7. Flowmeter

*Flowmeter* merupakan sebuah alat yang dipakai guna melakukan pengukuran laju aliran pada sebuah fluida. *Flowmeter* terdapat sejumlah fungsi juga tipenya. *Flowmeter* tidak hanya melakukan pengukuran laju aliran fluida saja. Laju aliran fluida tersebut yang menjadi tolak ukurnya. Misalnya *flowmeter* guna melakukan pengukuran total debit air. Kecepatan aliran fluida yang dilakukan konversi kedalam total debit air yang mengalir. Dalam *boiler flowmeter* dipakai guna melakukan pengukuran banyaknya total debit air yang dipakai guna menimbulkan uap.



Gambar 2. 9 *Flowmeter*

(Sumber: PKS PT. Murini Sam-Sam 2020)

## 2.4 Keandalan (*Reliability*)

(Biolini 2003) mengartikan *reliability* kedalam ciri-ciri probabilitas sebuah sistem bisa berlangsung serta melakukan operasi selaras pada fungsinya pada suatu keadaan juga waktu yang ditetapkan. Secara umum *reliability* bisa didefinisikan sebuah komponen maupun sistem bisa berjalan secara baik tanpa kejadian kerusakan maupun kegagalan pada sebuah situasi serta waktu yang sudah ditetapkan. Tujuan utama dari keandalan ialah menyajikan informasi pada pengambilan keputusan juga guna memperkirakan kapankah sebuah komponen maupun sistem mengalami kegagalan maupun kerusakan, jadi bisa menjadi penentu kapan wajib dijalankan pergantian, perawatan serta penyediaan komponen.



Fungsi keandalan merupakan fungsi matematik yang menyatakan hubungan *reliability* dengan waktu, karena nilai fungsi dari *reliability* merupakan probabilitas, maka nilai fungsi *reliability*  $R$  bernilai  $0 \leq R \leq 1$ . Fungsi *reliability* dinotasikan sebagai  $R(t)$  dari sistem jika dipakai selama  $t$  satuan waktu. Probabilitas sistem dapat bekerja dengan baik selama  $[0, t]$ .

Secara umum fungsi keandalan dinyatakan persamaan berikut:

$$R(t) = 1 - F(t), t \geq 0 \quad (2.1)$$

Ukuran performa sebuah elemen mesin digambarkan pada suatu notasi peluang pemenuhan itu tidak mempunyai sifat *deterministik*, jadi tidak bisa diketahui secara pasti terjadi maupun tidak. Maka dari itu kita wajib memakai kesempatan yang mana suatu komponen akan berhasil maupun tidak melampaui sebuah batas secara pasti.



Gambar 2. 10 Bathtub Curve  
Sumber: (Priyanta 2000)

Nama kurva itu diselaraskan pada bentuk kurva, yang mana kurva itu memaparkan 3 konteks yaitu:

1. *Infant Mortality Stage*: dalam tahap awal pengembangan produk, ditemukan sejumlah bagian, material, proses yang diabaikan bagian *quality control*. Item yang tidak standar tersebut selanjutnya rusak lebih awal dibanding jumlah waktu hidup produk. Semasa masalah tersebut timbul serta perlahan-lahan dilakukan perbaikan, tingkat kerusakan populasi akan mengalami penurunan dan membuat populasi stabil.





2. *On Average Stage*: semasa stabilisasi populasi usai, laju kerusakan produk menjadi stabil. Tetapi, kita tidak dapat melakukan prediksi dengan cara pasti kapan kejadian kerusakan dikarenakan kejadian kerusakan itu terjadi dengan cara acak.
3. *Aging and Wearout Stage*: disaat masa penggunaan produk mengalami peningkatan, sejumlah mekanisme kegagalan bisa terjadi tetapi tidak dengan cara acak. Faktanya, kerusakan itu sesuai dengan waktu maupun siklus serta tertuju kepada penuaan serta keausan. Oleh sebab itu, laju kerusakan akan meningkat serta usia menggunakan produk mendekati penghujung.

Waktu kerusakan terjadi pada masing-masing peralatan adalah variabel acak. Sebelum melakukan penghitungan nilai probabilitas keandalan sebuah mesin maupun peralatan maka butuh memahami dengan cara statistik distribusi kerusakan peralatan yang bersangkutan. Distribusi kerusakan sesuai dengan interval waktu kerusakannya. Distribusi eksponensial dipakai guna melakukan pemodelan laju kerusakan yang tetap bagi sistem yang melakukan operasi dengan cara berlanjut (Ansori,dkk 2013).

Pola distribusi eksponensial secara luas dipakai pada kehandalan serta perawatan. Hal tersebut disebabkan distribusi gampang dipakai bagi bermacam-macam jenis analisis serta mempunyai laju kegagalan yang tetap semasa pakai. Fungsi keandalan bisa dipakai melalui persamaan dibawah ini:

$$R(t) = e^{-\lambda t} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$R(t)$  : Fungsi keandalan

$e$  : Eksponensial

$\lambda$  : Laju kerusakan

$t$  : Waktu beroperasi dari perbaikan sampai kerusakan kembali Dimana Nilai  $e = 2,718$

#### 2.4.1 Pemodelan Keandalan Sistem

Pemodelan keandalan sistem digolongkan kedalam 2 tipe yakni, (Priyanta 2000).

1. Pemodelan sistem seri, yakni dimana sistem bisa menjalankan fungsinya maupun melakukan operasi jika seluruh elemen pada sistem itu beroperasi,



© Hak cipta milik UN Suska Riau



UN Suska Riau

UN Suska Riau

- UN Suska Riau



UN Suska Riau

UN Suska Riau

UN Suska Riau

- UN Suska Riau



5. Mean time to failure (MTTF), merupakan nilai rerata waktu sistem untuk menuju kegagalan.
6. Mean time to repair (MTTR), merupakan nilai rerata waktu guna memperbaiki sebuah element pada sebuah sistem supaya bisa menjalankan operasinya lagi.
7. Keandalan merupakan kesempatan mengenai perangkat bisa menjalankan fungsi sebagaimana yang diinginkan sesudah waktu yang ditetapkan.
8. Availability (ketersediaan), merupakan kompetensi sebuah sistem bisa menjalankan operasi sebagai mana harusnya dalam sebuah waktu yang sudah ditetapkan.
9. Unavailability (ketidak tersediaan), merupakan probabilitas sistem tidak bisa menjalankan operasi. Memiliki satuan menit per tahun.
10. Down time system (DTS), adalah rerata waktu sebuah sistem tidak menjalankan fungsi seperti yang diharapkan.

## 2.5 Perawatan (*Maintenance*)

Perawatan merupakan suatu aktivitas yang dijalankan secara rutin guna mengganti alat yang mengalami kerusakan. Fungsi utama pada perawatan ialah guna melindungi peralatan-peralatan supaya secara normal bisa melakukan operasi juga mencegah kerusakan awal. Secara umum pemeliharaan dibedakan kedalam dua macam, yakni *preventive Maintenance* juga *corrective Maintenance* (Priyanta 2000).

### 2.5.1 *Preventive Maintenance*

*Preventive Maintenance* mengacu pada pemeliharaan yang dilaksanakan di interval waktu yang sudah ditetapkan. Melakukan pemeliharaan pencegahan dapat bertujuan untuk mengurangi kemungkinan terjadinya kegagalan atau penurunan kinerja suatu sistem.

### 2.5.2 *Corrective Maintenance*

*Corrective Maintenance* merupakan sebuah aktivitas pemeliharaan yang dilaksanakan sesudah terjadi kegagalan pada system. Kegiatan pemeliharaan ini bertujuan untuk memulihkan sistem ke dalam kondisi dimana sistem tersebut dapat menjalankan fungsinya kembali.



## 2.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Metode FMEA bertujuan guna melakukan identifikasi penyebab kegagalan serta dampak yang ditimbulkan terhadap suatu sistem, dalam prosesnya dibutuhkan pengumpulan data operasi sistem, (Dermott 2008). Tujuan dari penggunaan metode FMEA dalam penelitian ini merupakan untuk mencari nilai *Risk Priority Number* (RPN), nilai ini digunakan untuk mengetahui kondisi komponen-komponen kritis sebagaimana metode ini juga termasuk dalam tahapan proses analisa metode RCM. Berikut langkah-langkah menentukan penyebab kegagalan menggunakan FMEA.

### 1. FMEA Worksheet

Langkah-langkah prosesnya diilustrasikan melalui *worksheet* FMEA. Contoh dari *worksheet* FMEA ialah seperti pada tabel 2.1 berikut:

Tabel 2. 1 Worksheet FMEA

N O	Compon ent And Fungtion	Potentia l Failure Mode	Potensia l Effect of Failure	S E V	Potentia l Cause of Failure	O C C	D E T	R P N	Recommende d Action
1									

Sumber:Dermott (2008)

Keterangan:

1. *Component and Function*, berisi tentang komponen serta fungsi pada bagian yang akan dilakukan analisis.
2. *Potential Failure Mode*, tertuang pada sejumlah tipe potensi kegagalan sistem pada prosesnya.
3. *Potential effect of failure*, tertuang akibat yang akan muncul apabila elemen mengalami kegagalan.
4. *Severity* (SEV), adalah nilai keparahan pada efek yang muncul karena kegagalan pada semua sistem.
5. *Potential Cause Of Failure*, berisikan mengenai apapun yang menyebabkan kejadian kegagalan.
6. *Occurent* (OCC), berisi nilai frekuensi peristiwa yakni berapa sering akibat kegagalan

timbul dikarenakan penyebab kegagalan.

7. *Current Control*, adalah metode kendali apa yang telah dilakukan penerapan guna mencegah kejadian kegagalan maupun kendali apa untuk melakukan deteksi apabila kegagalan terjadi.
8. *Detection* (DET), adalah nilai sejumlah besar kemungkinan *current control* bisa melakukan deteksi kegagalan.
9. *Resiko Priority Number* (RPN), adalah hasil dari perkalian pada *Severity*, *Occurity*, serta *Detection*.

$$RPN = Severity \times Occurrence \times Detection \quad (2.5)$$

## 2. Menentukan *Severity*, *Occurrence* dan *Detection*

Melakukan penentuan prioritas melalui tipe kegagalan sehingga pada metode FMEA wajib mengartikan *severity*, *Occurrence*, *detection* serta hasil akhir adalah berbentuk nilai RPN.

*Severity* merupakan penilaian tahap keseriusan pada efek kegagalan dalam komponen yang mempengaruhi hasil kerja mesin, untuk nilai *severity* dinilai pada skala 1-10 seperti dalam tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Tingkat *Severity*

Penilaian	<i>Severity</i>	Makna
10	Berbahaya tanpa Peringatan	Kegagalan yang menimbulkan efek amat berbahaya
9	Berbahaya dengan peringatan	Kegagalan yang menimbulkan efek berbahaya
8	Sangat tinggi	Sistem tidak melakukan operasi
7	Tinggi	Sistem melakukan operasi namun tidak bisa dilakukan dengan cara keseluruhan
6	Sedang	Sistem melakukan operasi dan aman namun tidak bisa dilakukan dengan cara keseluruhan
5	Rendah	Menurunkan kinerja dengan cara bertahap



Tabel 2. 2 Tingkat *Severity* (lanjutan)

4	Sangat Rendah	Kecilnya efek bagi penampilan system
3	Kecil	Tidak banyak memberikan pengaruh untuk kinerja system
2	Sangat Kecil	Efek yang dilakukan pengabaikan dalam kinerja sistem
1	Tidak ada efek	Ketidakberadaan efek

Sumber : Dermott (2008)

*Occurrence* merupakan sebuah penilaian yang mana keberadaan kejadian sebab kerusakan, melalui tahapan *occurrence* bisa dideteksi kemungkinan penyebab kerusakan serta seringnya kerusakan terjadi, penilaian tingkat *occurrence* terlihat seperti tabel 2.3 seperti dibawah ini:

Tabel 2. 3 Tingkat *Occurrence*

Penilaian	<i>Occurrence</i>	Makna
10	Sangat Tinggi	Seringnya kejadian kegagalan
9		
8	Tinggi	Kegagalan yang berulang
7		
6	Sedang	Jarang kejadian kegagalan
5		
4		
3	Rendah	Sangat kecil kejadian kegagalan
2		
1	Tidak ada efek	Hampir tidak terdapat kegagalan

Sumber : Dermott (2008)

*Detection* merupakan penilaian untuk menemukan potensi penyebab yang menimbulkan kerusakan dan perbaikannya. Berikut tingkat *detection* seperti table 2.4 berikut:

Tabel 2. 4 Tingkat *Detection*

Penilaian	Detection	Makna
10	Tidak pasti	Perawatan <i>preventive</i> selalu tidak bisa mendeteksi penyebab potensi kegagalan serta mode kegagalan
9	Sangat kecil	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan “sangat tipis” supaya bisa melakukan deteksi penyebab potensi kegagalan serta mode kegagalan
8	Kecil	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan “tipis” supaya bisa melakukan deteksi penyebab potensi kegagalan serta mode kegagalan
7	Sangat rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan sangat rendah supaya bisa melakukan deteksi penyebab potensi kegagalan serta mode kegagalan
6	Rendah	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan rendah supaya bisa melakukan deteksi penyebab potensi kegagalan serta mode kegagalan
5	Sedang	Perawatan <i>preventive</i> memiliki kemungkinan “sedang” supaya bisa melakukan deteksi penyebab potensi kegagalan serta mode kegagalan
4	Menengah Keatas	Perawatan <i>preventive</i> mempunyai kemungkinan “menengah keatas” supaya bisa melakukan deteksi faktor potensial kegagalan serta mode kegagalan
3	Tinggi	Perawatan <i>preventive</i> mempunyai ketinggian peluang guna bisa melakukan deteksi faktor potensi kegagalan serta mode kegagalan

1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.4 Tingkat *Detection* (lanjutan)

2	Sangat tinggi	Perawatan <i>preventive</i> mempunyai kemungkinan amat tinggi supaya bisa melakukan deteksi faktor potensi kegagalan serta mode kegagalan
1	Hampir pasti	Perawatan <i>preventive</i> mampu melakukan deteksi faktor potensi kegagalan serta mode kegagalan

Sumber : Dermott (2008)

### 3. Analisa Pareto

Analisa dipakai guna melakukan penentuan elemen yang berkontribusi pada kegagalan. Hasil pada analisa pareto yaitu bisa menentukan elemen yang menimbulkan kegagalan utama jadi bisa menentukan elemen yang berlu dianalisa lebih mendalam. Analisa Pareto melakukan penyusunan sesuai dengan nilai RPN yang sudah diperoleh. Langkah-langkah dalam menyusun analisa pareto yaitu:

1. Melakukan pengurutan nilai RPN mulai yang paling tinggi ke yang paling rendah, misal 6,3,1.
2. Menghitung nilai RPN komulatif, untuk baris pertama tetap yaitu = 6, untuk baris kedua, menjumlahkan nilai baris pertama dengan baris kedua, misal  $6+3=9$ , untuk baris ketiga menjumlahkan baris pertama, kedua dan ketiga, misal  $6+3+1=10$  dan seterusnya.
3. Menghitung persentase masing- masing nilai, misal  $(6 \times 10) \times 100\% = 60\%$ .
4. Menghitung persentase kumulatif, baris pertama 60%, baris kedua  $60\%+30\%=90\%$ , baris ketiga  $60\%+30\%+10\%=100\%$ .
5. Menggambarkan diagram batang untuk setiap nilai komponen.

### 4. Analisa Ketersediaan (*Availability*)

Ketersediaan merupakan kompetensi sistem melakukan operasi sesuai fungsinya semasa waktu yang sudah ditetapkan. Analisa ketersediaan adalah suatu metode yang bisa menolong saat melakukan perbaikan produktivitas aset, (Priyanta 2000). Ketersediaan diperoleh melalui 2 unsur yakni MTTR (*Mean Time to Repair*) maupun ukuran perawatan komponen serta MTTF (*Mean Time to Failure*) maupun ukuran kemampuan komponen. Nilai MTTR serta MTTF





bisa dilakukan perumusan seperti persamaan berikut :

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} \quad (2.6)$$

$$MTTR = \frac{1}{\mu} \quad (2.7)$$

Dimana :

$\lambda$  = Laju kegagalan pertahun

$\mu$  = Waktu perbaikan rata-rata

Maka untuk menentukan ketersediaan didapatkan melalui persamaan:

$$A = \frac{MTTF}{MTTF + MTTR} \quad (2.8)$$

## 5. Konsekuensi dari Kegagalan

RCM mengelompokkan konsekuensi kegagalan menjadi empat unsur, yaitu:

1. *Hidden failure consequence*, kegagalan fungsi yang tidak bisa menjadi bukti untuk operator bahwa kegagalan sudah terjadi semasa situasi normal. Umumnya ditimbulkan karena peralatan pengaman yang gagal melakukan pekerjaan.
2. *Safety and environmental consequence*, kegagalan yang memiliki konsekuensi pada keselamatan apabila misa melukai atau memberikan cedera bahkan melakukan pembunuhan sosok serta lingkungan jika melanggar standar lingkungan.
3. Konsekuensi operasional, kegagalan yang mempunyai konsekuensi operasional apabila memiliki pengaruh bagi produksi (keluaran produk, kualitas produk, biaya operasional menjadi biaya langsung yang ditujukan guna memperbaiki).
4. *Non-operational consequence*, kegagalan yang mempunyai pengaruh untuk biaya langsung yang dimunculkan sebab perbaikan.

## 6. Proactive Task

Kegiatan tersebut dipilih sebelum kegagalan terjadi, melalui harapan bisa melakukan pencegahan peralatan bagi situasi kegagalan (*failed state*). Konteks tersebut merupakan perawatan *predictive* serta *preventive*. Sementara pada RCM tersebut dipakai pendekatan *scheduled restoration*, *scheduled discard* juga *on-condition task*. Berikut penjelasan dari pendekatan yang digunakan dalam metode RCM:

- 1) *Scheduled restoration task* adalah kegiatan memulihkan kompetensi elemen sebelum batasan usia pemakaiannya tanpa memberikan perhatian situasi. Kegiatan dilakukan seperti pemeriksaan secara teliti atau merubah desain yang bertujuan untuk mencegah terjadinya kegagalan karena umur peralatan.



- 2) *Scheduled on-condition task* adalah untuk mengetahui terjadinya kegagalan potensial, sehingga dapat ditentukan apa yang wajib dijalankan guna melakukan pencegahan kejadian kegagalan atau untuk menghindari konsekuensi yang timbul akibat kegagalan fungsi.

### 7. **Default Action**

Kegiatan tersebut dapat diambil sesudah kegiatan *proactive* tidak memanfaatkan untuk melakukan penghadapan penyebab kegagalan. *Default action* dilakukan penentuan sesuai pada konsekuensi yang timbul melalui kegagalan diantaranya :

1. Apabila *proactive task* tidak bisa digunakan guna melakukan penurunan resiko pada banyak kegagalan yang berhubungan pada *hidden function*, sehingga aktivitas periodik *failure finding* bisa disajikan.
2. Apabila *proactive task* tak bisa digunakan guna melakukan penurunan resiko kegagalan yang bisa memberikan pengaruh bagi keselamatan maupun lingkungan, sehingga aset itu wajib di desain ulang maupun proses yang dilakukan wajib dilakukan perubahan.
3. Apabila *proactive task* tak bisa digunakan karena biaya kegagalan disebabkan oleh konsekuensi operasional, *default action* yang bisa disajikan merupakan *no scheduled maintenance* apabila konsekuensi operasional tidak mampu memperbaiki maka *default action* yang bisa dijalankan merupakan desain ulang.



## 2.7 Reliability Centered Maintenance (RCM)

Menurut Moubray (1997). RCM diartikan menjadi suatu proses yang dipakai dalam melakukan penentuan tindakan yang tepat agar aset fisik bisa tetap melakukan fungsinya seperti apa yang diharapkan. Proses analisa dengan metode RCM ialah melalui pengajuan 7 pertanyaan pada masing-masing aset milik perusahaan (pada konteks operasi), 7 pertanyaan itu diantaranya sebagai berikut:

1. Apakah fungsi juga standar performansi yang aset punya saat beroperasi (*Function*)?
2. Pada situasi seperti apa aset tidak melakukan pemenuhan fungsinya (*Functional Failure*)?
3. Apa faktor pada masing-masing kegagalan (*Failure Mode*)?
4. Apa yang terjadi semasa berlangsungnya kegagalan (*Failure effect*)?
5. Bagaimana masalah yang dimunculkan karena kegagalan (*Failure Consequence*)?
6. Apa yang bisa dijalankan guna memperkirakan maupun (*Proactive task*)?
7. Apa yang wajib dijalankan apabila *proactive task* tak bisa lakukan (*Default action*)?

Empat pertanyaan dasar RCM adalah langkah awal sebagai dasar untuk memperoleh informasi dari aset. Pengumpulan data-data kegagalan meliputi fungsi aset (*function*), kegagalan fungsi (*functional failure*), penyebab kegagalan (*failure mode*), akibat dari kegagalan (*failure effect*). Empat pertanyaan dasar RCM tersebut dirangkum dalam satu tabel RCM *Information Worksheet* seperti tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.5 RCM *Information Worksheet*

RCM <i>Information Worksheet</i>		Sistem				<i>Date</i>	<i>Sheet</i>
		Sub Sistem					<i>No</i>
							<i>Of</i>
N O	<i>Componen and Function</i>	<i>Functional Failure</i>		<i>Failure (Cause Failure)</i>	<i>Mode of</i>	<i>Failure Effect (What happens when it fails)</i>	
1							

Sumber : Moubray (1997)





Tahap berikutnya merupakan langkah analisa dengan mengajukan tiga pertanyaan dasar selanjutnya dan digunakan dalam menganalisa pengambilan keputusan untuk menentukan tindakan perawatan. Setiap pertanyaan tersebut bisa dipaparkan menjadi:

### 1. Fungsi (*Function*)

Menentukan perawatan yang selaras guna melakukan pertahanan aset sehingga berfungsi sesuai apa yang diharapkan dalam operasinya, yang meliputi :

- a. Menentukan apa yang diinginkan pengguna pada aset.
- b. Memastikan aset bisa melakukan apa yang diinginkan oleh pengguna.

Kategori tersebut adalah dasar mengapa langkah pertama dalam proses RCM adalah menentukan apa fungsi dan standar performansi dari tiap aset. Apa yang pengguna inginkan terhadap aset dapat dikategorikan menjadi dua :

- a. Fungsi utama pada aset tersebut. Kategori fungsi ini merupakan kecepatan, keluaran, kapasitas, mutu produk serta layanan pada konsumen.
- b. Fungsi tambahan diselaraskan pada kemauan pengguna meliputi keamanan, kendali, rasa nyaman, ekonomi, perlindungan, keefesienan, pemenuhan pada standar lingkungan juga seluruh yang nampak juga aset punyai.

### 2. Kegagalan Fungsi (*Failure Mode*)

Sasaran semasa melakukan aktivitas perawatan ialah tak beda sama dengan apa yang sudah didefinisikan menjadi fungsi serta standar performansinya. Tetapi pertanyaannya adalah bagaimana meraih tujuan itu. Satu-satunya kejadian yang dapat menghentikan aset untuk dapat menjalankan fungsinya adalah kegagalan. Maka dari itu dibutuhkan suatu manajemen perawatan perbaikan melalui cara memberikan perhatian bagaimana terjadinya kegagalan. Proses RCM guna mendeteksi kegagalan terdapat 3 langkah, yakni:

1. Melakukan indentifikasi yang menitikberatkan dalam kegagalan (*failed state*) atau kegagalan fungsi karena kejadian saat sebuah aset tidak bisa melakukan pemenuhan fungsinya.
2. Menanyakan peristiwa yang menimbulkan aset gagal melakukan fungsinya.
3. Melakukan identifikasi kejadian yang menyebabkan kejadian setiap kegagalan (*failed state*) yang disebut penyebab kegagalan (*failure modes*).



### 3. Penyebab Kegagalan (*Failure Mode*)

Langkah ketiga merupakan langkah untuk mengetahui penyebab terjadinya kegagalan (*failure cause*). Menurut Moubray (1997), langkah ketiga sangat penting bagi tahapan RCM dimana setiap terjadi kegagalan yang perlu dicari adalah identifikasi penyebab kegagalan fungsi aset. Selanjutnya adalah mengidentifikasi apakah penyebab kegagalan dalam konteks operasi yang sama. Daftar penyebab kegagalan tidak hanya disebabkan kerusakan dari aset, namun harus mencakup kegagalan yang disebabkan oleh kesalahan manusia (pada operator dan pengelola) dan kelemahan dalam desain. Sehingga semua penyebab kegagalan peralatan dapat diidentifikasi dan ditangani dengan tepat.

### 2.8 RCM *Decision Worksheet*

RCM *Decision Worksheet* merupakan dokumen lembar kerja kedua dalam pengerjaan RCM, (Moubray, 1997). *Worksheet* ini digunakan untuk mencatat jawaban dari pertanyaan yang muncul dari *decision diagram*, sehingga kita dapat mengetahui:

1. Apa saja perawatan rutin yang harus dilakukan, waktu perawatan dan siapa yang melakukan perawatan.
2. Kegagalan mana yang cukup sering sehingga perlu dilakukan desain ulang peralatan.
3. Keputusan apa yang harus diberikan untuk menangani kegagalan.

Kolom-kolom RCM *Decision Worksheet* dibagi sebagai berikut:

1. *Information Reference*, mengacu pada informasi yang diperoleh dari FMEA/RCM *Information Worksheet*, yakni dengan memasukkan kode dalam *Function Failure*, serta *Failure Mode* dari masing-masing peralatan.

2. *Consequence Evaluation* merupakan konsekuensi yang diakibatkan karena terjadinya kegagalan fungsi. Dalam RCM konsekuensi kegagalan dibedakan menjadi 4 jenis, yakni: *Hidden failure*, *Safety Effect*, *Enviromental Effect* dan *Operational Effect*. Pengisian yang dilakukan dalam *consequense evaluation* seperti pada tabel 2.6 berikut :

Tabel 2. 6 Penentuan Kriteria Konsekuensi RCM

<i>Failure Consequence</i>	Memiliki Konsekuensi	Tidak Memiliki Konsekuensi
Kolom H (Hidden Function)	<i>Failure modes</i> tidak dapat diketahui secara langsung oleh operator dalam kondisi normal	<i>Failure modes</i> dapat diketahui secara langsung oleh operator dalam kondisi normal
Kolom S (Safety)	<i>Failure Mode</i> berdampak pada Keselamatan Kerja Operator	<i>Failure Mode</i> tidak berdampak pada Keselamatan Kerja Operator
Kolom E (Environment)	<i>Failure Mode</i> berdampak pada Lingkungan sekitar	<i>Failure mode</i> tidak berdampak pada Lingkungan sekitar
Kolom O (Operational)	<i>Failure Mode</i> berdampak pada <i>output</i> produksi yang dihasilkan	<i>Failure Mode</i> tidak berdampak pada <i>output</i> produksi yang dihasilkan

Sumber : Moubray (1997)

### 3. *Proactive task & Default Action*

*Proactive task* merupakan tindakan yang diambil untuk mencegah terjadinya penyebab kegagalan. Dalam penentuan tindakan tersebut dibantu dengan *Decision Diagram* dengan memenuhi *technically feasible* dan *worth doing* yang telah ditetapkan dalam RCM, yakni seperti dalam tabel 2.7 berikut:

Tabel 2. 7 Penentuan Kondisi *Proactive Task* dalam RCM

<i>Proactive Task</i>	Persyaratan Kondisi <i>Proactive Task</i>
Kolom H1/S1/O1/N1 <i>Scheduled on condition task</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memungkinkan untuk dilakukan pendeteksian terhadap gejala awal terjadinya kerusakan.</li> <li>- Apakah dalam interval waktu tersebut cukup untuk dilakukan tindakan pencegahan untuk mengurangi <i>functional failures</i>.</li> </ul>
Kolom H2/S2/O2/N2 <i>Scheduled Restoration task</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifikasi umur dimana item menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kegagalan</li> <li>- Mayoritas item dapat bertahan pada umur tersebut (untuk kegagalan yang memiliki dampak/konsekuensi terhadap safety/environment)</li> <li>- Memulihkan daya tahan item terhadap kegagalan yang terjadi.</li> </ul>





Tabel 2. 7 Penentuan Kondisi Proactive Task dalam RCM (Lanjutan)

Kolom H3/S3/O3/N3 Scheduled Discard Task	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Identifikasi umur dimana item menunjukkan kemungkinan penambahan kecepatan terjadinya kegagalan</li> <li>- Mayoritas item dapat bertahan pada umur tersebut (untuk kegagalan yang memiliki dampak/konsekuensi terhadap safety/environment)</li> </ul>
Kolom H4 Scheduled failure finding task	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pendeteksian untuk menemukan hidden failure memungkinkan untuk dapat dilakukan</li> <li>- Task yang diberikan mampu menurunkan terjadinya multiple failure</li> <li>- Task yang diberikan dilakukan sesuai dengan interval yang dikehendaki</li> </ul>
Kolom H5 Redesign	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidden failure dapat dicegah hanya dengan jalan melaksanakan perubahan desain pada mesin</li> </ul>
Kolom S4 Combination Task	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Safety effect dapat dicegah apabila kombinasi aktifitas antar proactive task bisa dilakukan</li> </ul>

Apabila jawaban atas pertanyaan yang diajukan *decision diagram* RCM memenuhi persyaratan/Yes, maka dicatat dengan Y sedangkan apabila tidak memenuhi/No dicatat dengan N pada kolom RCM *Decision Worksheet*.

1. *Proposed Task* dari hasil keputusan yang didapatkan dilanjutkan pada tindakan perawatan untuk mencegah terjadinya kegagalan fungsi yang mungkin terjadi. Dalam *proposed task* dijelaskan tindakan perencanaan yang digunakan sebagai tindakan nyata untuk mengartikan hasil dari *proactive task* maupun *default action* yang diberikan.
2. *Initial interval* dipakai untuk mencatat jarak perawatan optimal dari masing-masing tugas yang diberikan untuk *scheduled restoration/discard task*.
3. *Can be done by* digunakan untuk mencatat data siapa yang diberikan wewenang dalam melaksanakan aktifitas perawatan tersebut. Meliputi pihak-pihak yang berkaitan langsung dengan proses operasi dari peralatan tersebut.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

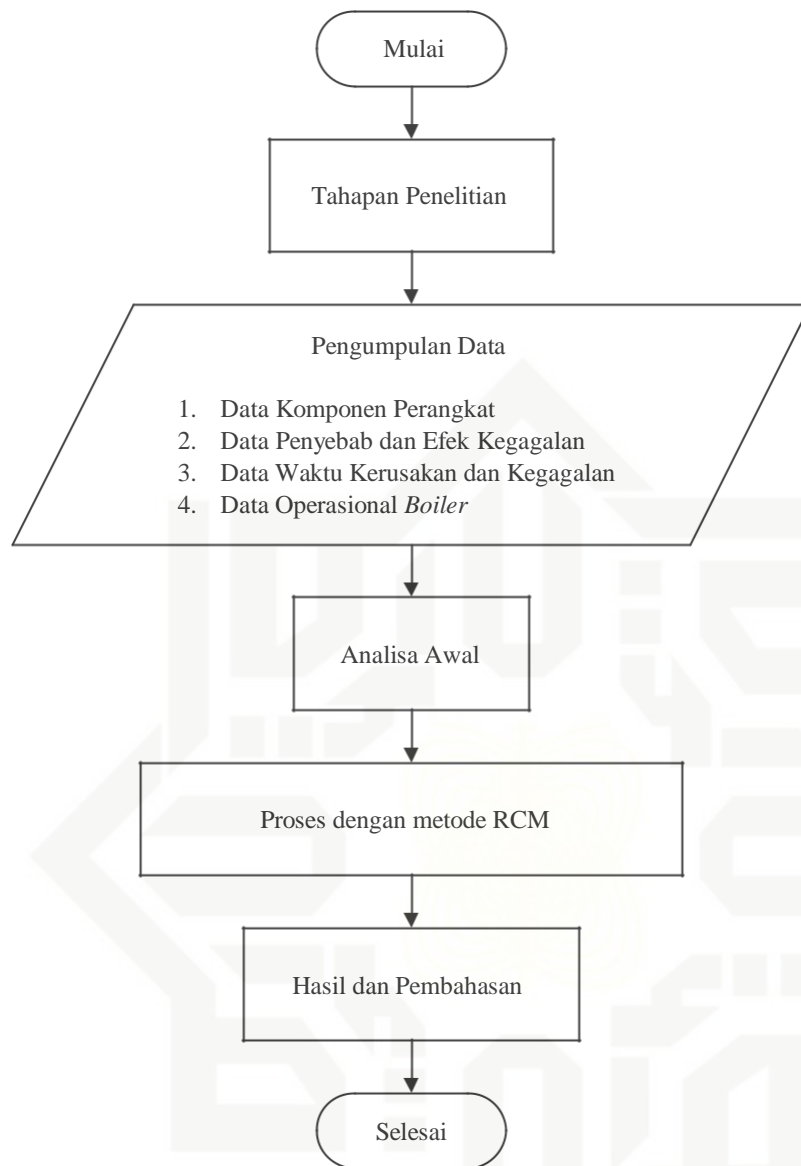
#### 3.1 Jenis Penelitian

Sebelum membahas lebih dalam tentang alur penelitian, penulis ingin menyatakan bahwa penelitian ini bersifat kualitatif, penelitian kualitatif bertujuan untuk memperoleh gambaran seutuhnya baik itu ide-ide, pendapat yang tidak bisa diukur dengan angka mengenai subjek yang diteliti.

Tahap pertama dalam penelitian ini penulis menentukan atau identifikasi pada peralatan untuk mengetahui fungsi dari masing-masing peralatan yang berhubungan dengan *boiler*, kemudian mengumpulkan data-data kegagalan yang meliputi kegagalan fungsi (*functional failure*), penyebab kegagalan (*failure mode*), akibat dari kegagalan (*failure effect*). Jika dihubungkan dengan tujuh pertanyaan dasar dari metode RCM, maka yang penulis lakukan diatas adalah empat langkah awal sebagai dasar untuk memperoleh informasi dari aset yang akan diteliti.

Setelah semua data sistem yang akan diamati didapat, langkah selanjutnya adalah melakukan analisa penyebab kegagalan dan akibat dari kegagalan menggunakan metode FMEA, setelah didapatkan hasil berupa nilai RPN dari metode FMEA maka selanjutnya melaksanakan proses RCM untuk menentukan jenis perawatan yang sesuai pada aset, proses ini dilakukan adalah untuk menjawab permasalahan yang terjadi dan untuk memenuhi tujuan dari penelitian. Selanjutnya adalah ilustrasi penelitian yakni berupa diagram alur penelitian yang bertujuan untuk menjelaskan langkah-langkah yang penulis lakukan dalam penelitian ini, berikut penulis cantumkan seperti Gambar 3.1.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Tahapan Penelitian

Agar dapat mencapai tujuan yang di harapkan tahap yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Identifikasi Masalah

Dalam penyusunan proposal Tugas Akhir ini, langkah pertama yang penulis lakukan adalah identifikasi masalah dengan melakukan pengamatan awal pada kasus kegagalan yang terjadi. Menemukan sumber permasalahan dan dijadikan sebagai latar belakang penelitian serta menetapkan tujuan sebagai hasil yang ingin dicapai dalam penelitian.





## 2. Menentukan Objek Penelitian

Objek dari penelitian ini adalah unit *Boiler* pada pabrik yang membutuhkan energi listrik, dari pada itu penelitian berfokus pada instrumentasi yang ada pada *boiler* yang dimana instrument tersebut sebagai alat pengukuran, analisa, kendali dan pengamanan.

## 3. Perencanaan Penelitian

Langkah ini penulis melakukan perencanaan jadwal bentuk penelitian yang ingin dilakukan. Kemudian melakukan studi pendahuluan, studi literatur, serta observasi sehingga dibentuklah rencana penelitian bagi Tugas Akhir. Penulis mengharapkan hasil penelitian ini sesuai dengan harapan dan menjadi acuan atau rekomendasi untuk menjalankan sistem perawatan dan pemilihan tindakan .

## 4. Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian yang dilakukan oleh penulis pada penelitian ini bertujuan agar pembahasan tidak meluas jauh dari batasan masalah yang telah ditentukan.

### 3.3 Pengumpulan Data

Tahap ini penulis menjalankan pengumpulan data yang kemudian dipakai guna melakukan penyelesaian sejumlah proses pengukuran serta perhitungan yang menjadi pendukung aktivitas penelitian. Data yang diperlukan pada penelitian ini yakni:

1. Data komponen perangkat instrumen *Boiler*.
2. Data penyebab serta efek kegagalan.
3. Data waktu kerusakan serta perbaikan.
4. Data oprasional berjalannya *boiler* .

### 3.4 Analisa Awal

Langkah pertama dalam melakukan analisa metode RCM yaitu dengan melakukan pemilihan sistem yang dapat didasarkan pada beberapa kriteria.

1. Sistem yang memiliki kontribusi terbesar atas terjadinya kegagalan, dalam hal ini dilakukan dengan metode FMEA.



2. Sistem yang mendapat perhatian paling penting menurut fungsinya karena berkaitan dengan masalah keselamatan dan lingkungan, dalam hal ini dilakukan dengan proses menggunakan metode RCM.

3. Mendapatkan informasi berupa jumlah kegagalan yang terjadi selama *boiler* beroperasi.

### 1. Proses dengan Metode FMEA

Metode FMEA bertujuan untuk menentukan kompoen-komponen kritis ditentukan berdasarkan nilai *Risk Priority Number* (RPN). Nilai RPN diperoleh berdasarkan persamaan (2.5) yaitu  $RPN = Severity \times Occurrence \times Detection$ , rating dari *Severity*, *Occurrence*, *Detection* telah ditentukan sebelumnya pada tabel 2.2, tabel 2.3, tabel 2.4.

Langkah-langkah menentukan nilai RPN dengan tabel FMEA adalah sebagai berikut:

1. Menentukan komponen dan fungsi komponen (*componen and function*), kolom pertama berisi jenis-jenis dan fungsi komponen yang dianalisa.
2. Menentukan mode kegagalan (*potential failure*), kolom kedua berisi penyebab kegagalan tiap komponen.
3. Menentukan efek kegagalan (*potential effect of failure*), kolom ketiga berisi efek kegagalan komponen.
4. Menentukan severity (SEV), kolom keempat berisi nilai severity.
5. Menentukan penyebab kegagalan (*potential cause of failure*), kolom kelima berisi penyebab kegagalan komponen.
6. Menentukan nilai occurrence (OCC), kolom keenam berisi nilai occurrence.
7. Menentukan current control, kolom ketujuh berisi kendali apa yang telah diterapkan.
8. Menentukan nilai detection (DET), kolom kedelapan berisi nilai detection.
9. Menentukan nilai RPN.
10. Kolom kesepuluh merupakan rekomendasi perawatan (*recomended action*) yang harus dilakukan. Tabel FMEA *Worksheet* seperti pada table 3.1 berikut:



Tabel 3. 1 FMEA Worksheet

No	Component	Function	Potensial Failure Mode	Potensial Effect of Failure	Potensial Cause of Failure	S E V	O C C	D E T	RPN
1									

## 2. Proses dengan Metode RCM

Tahapan berikutnya melakukan pengolahan data selaras pada *worksheet* serta tata cara disaat menyelesaikan memakai metode RCM. Proses pengukuran juga penentuan data sesuai *worksheet*, dalam pengolahan data tersebut dijalankan secara melakukan pengungkapan sejumlah ide pada pimpinan PKS PT. Murini Sam-Sam. Hal tersebut dijalankan dikarenakan pihak perusahaan yang dilihat lebih mempunyai pengalaman, kompetensi, serta sering melakukan pengenalan mengenai ciri-ciri pada perangkat yang berkaitan jadi akan melakukan penjaminan keberadaan kepastian mengenai keakuratan data yang didapatkan.

Pengumpulan dan proses analisis data menggunakan teknik tujuh pertanyaan dasar dari metode RCM. Empat pertanyaan terpenting yaitu *Function.?*, *Functional Failure.?*, *Failure Mode.?* dan *Failure effec.?* Adalah dasar untuk mendapatkan informasi mengenai karakteristik aset, setelah jawaban dari keempat pertanyaan tersebut di dapat maka langkah selanjutnya mengolah data dengan analisa pareto, analisa keandalan hingga menentukan jadwal perawatan.

## 3. RCM Worksheet

Setelah mendapat informasi tentang aset berdasarkan pertanyaan dasar dari metode RCM maka tahap selanjutnya adalah melakukan penambahan informasi dengan mengajukan tiga pertanyaan berikutnya dari tujuh pertanyaan dasar RCM sehingga nantinya akan diperoleh informasi yang lebih mendalam guna menganalisa pengambilan keputusan dalam menentukan tindakan perawatan. Dari ketiga pertanyaan tersebut akan menghasilkan lembar RCM *Decision Worksheet* seperti pada tabel 3.3 berikut:



Tabel 3.2 RCM Decision Worksheet

RCM Decision Worksheet										Sistem:										Date:	Sheet No:				
										Sub sistem:												Of:			
										Fungsi Subsystem:															
Information Reference										Consequence Evaluation				Proactive Task			Devault Action			Proposed Task		Initial Interval		Can Be Done By	
No	Equipment	F	FF	FM	H	S	E	O	H1	H2	H3	H4	H5	S											
									S1	S2	S3														
									O1	O2	O3														
									N1	N2	N3														

Keterangan Simbol Tabel:

1. *Information Refference*, F (*Function*) yaitu fungsi komponen, FF (*Failure Function*) yaitu kegagalan fungsi dan FM (*Failure Mode*) yaitu penyebab kegagalan fungsi.
2. *Consequences evaluation* terdiri dari H (*Hidden Failure*), S (*safety*), E (*Environmemental*) dan O (*Operational*).
3. *Proactive Task*, H1/S1/O1/N1 untuk mencatat apakah *on condition task* dapat digunakan untuk meminimalkan terjadinya penyebab kegagalan, H2/S2/O2/N2 untuk mencatat *scheduled restoration task* dapat dapat digunakan untuk mencegah kegagalan dan H3/S3/O3/N3 untuk mencatat apakah *scheduled discard task* dapat mencegah kegagalan.
4. *Default Aaction* yang meliputi H4/H5/S4 untuk mencatat jawaban yang diperlukan pada pertanyaan dasar.



- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

5. *Initial Interval* digunakan untuk mencatat jarak waktu perawatan yang optimal dari masing-masing komponen.
6. *Propossed Task*, untuk mencatat tindakan yang dilakukan sebelum terjadinya kegagalan *Scheduled restoration*, *scheduled discard task* dan *scheduled on condition task*.
7. *Can be done by* digunakan untuk mencatat siapakah yang berwenang dalam melakukan jadwal perbaikan.

Pemilihan tindakan merupakan tahap terakhir dari proses analisa RCM. Dari tiap mode kegagalan dibuatkan daftar tindakan yang mungkin untuk dilakukan dan selanjutnya memilih tindakan yang paling baik.

### 3.5 Kesimpulan

Berdasarkan analisa yang dilakukan akan didapatkan keuntungan dari fungsi metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) yang diterapkan pada instrumentasi *boiler*, dan akan dapat diketahui penyebab kegagalan serta memprioritaskan perawatan sebagai upaya mencegah banyak kerugian yang di sebabkan kegagalan dari komponen tersebut.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pengolahan data yang dilakukan pada komponen instrumentasi *boiler* di PKS PT. Murini Sam-Sam di Pinggir, Riau, dengan menggunakan metode RCM maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Melalui analisa yang dilakukan dihasilkan nilai komponen dengan resiko paling tinggi sampai terendah dapat dilihat dari tabel 4.3. Hal ini menunjukkan bahwa setiap komponen memiliki resiko yang berbeda pada setiap kerusakan.
2. Dengan data yang didapat analisa dilanjutkan untuk mendapatkan jadwal perawatan yang disarankan pada setiap komponen, terdapat pada tabel 4.8. Hasil tersebut akan dijadikan sebagai rekomendasi perawatan pada perusahaan.
3. Berdasarkan analisis data ditemukan 3 komponen yang memiliki resiko kerusakan yang paling tinggi yaitu *Safety Valve*, *Waterlevel Analog* dan *Flowmeter*.
4. Berdasarkan hasil dalam tabel RCM *Decision Worksheet* pada tabel (4.9),(4.10),(4.11), dapat diketahui bahwa langkah untuk memprediksi kegagalan yang mungkin terjadi yang dimana tindakan tersebut dapat dilakukan sebelum terjadi kegagalan melalui langkah *schedule restoration* dan *schedule discard task*. Lembar kerja ini akan dibutuhkan sebagai acuan dalam melakukan tindakan pemeliharaan.

#### 5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian dan hasil dari analisa pada instrumentasi boiler Takuma N1300 di PKS PT. Murini Sam-Sam Pinggir diharapkan dapat membantu kontribusi dalam menjalankan sistem perawatan yang sudah ada, pihak perusahaan melakukan perawatan dengan panduan yang diberikan.

Adapun untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan analisis pada komponen instrument lainnya yang ada di pabrik.



## DAFTAR PUSTAKA

Abror, Khoirul, Arief Subekti, and Aulia Nadia Rachmat. 2018. "ANALISIS RISIKO PADA BOILER PABRIK PENGOLAHAN TEMBAKAU DENGAN MENGGUNAKAN METODE FMEA DAN BOW TIE ANALYSIS Khoirul." (2581).

Amalia, Sinar, Arief Subekti, and Priyo Agus Setiawan. 2017. "Perencanaan Kegiatan Perawatan Dengan Metode RCM II ( Reliability Centered Maintenance ) Dan Penentuan Persediaan Suku Cadang Pada Boiler Perusahaan Rokok." (2581):341–47.

Ansori, Nachnul and M. Imron Mustajib. 2013. *SISTEM PERAWATAN TERPADU (INTEGRATED MAINTENANCE SYSTEM)*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Birolini, Alessandro. 2003. *Reliability Engineering: Theory and Practice*. 4th ed. Springer.

Fajarta, Carlos Roy. 2016. "Mesin Boiler Meledak, 20 Pekerja Luka." *Berita Satu*, August 13.

Ferdinand and Franky. 2002. *Kajian Keandalan SDH Pada JARLOKAF*. Elektronika Indonesia,.

Gaspersz, Vincent. 1992. *Analisis Sistem Terapan Berdasarkan Pendekatan Teknik Industri*. Bandung: Tarsito.

Hamid, Rizal Abdul. 2019. "PERANCANGAN PENJADWALAN DAN MAINTENANCE TASK PADA BOILER DENGAN METODE RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE." Universitas Jember.

Kemenperin.go.id. 2020. "Direktori Perusahaan Industri." Retrieved (kemenperin.go.id).

McDermott, Robin, Raymond J. Mikulak, and Michael Beauregard. 2008. *The Basics of FMEA*. 2nd ed. Taylor & Francis.

Moubray, John. 1997. *Reliability-Centred Maintenance*. Butterworth-Heinemann.

Muin, Syamsir A. 1988. *Pesawat-Pesawat Konversi Energi I: (Ketel Uap)*. Jakarta: Rajawali Press.





PKS PT. Murini Sam-Sam. 2020. "Boiler."

Priyanta, Dwi. 2000. "Keandalan Dan Perawatan." *Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*.

Rachman, Hamim, Annisa Kesy Garside, and Heri Mujayin Kholik. 2017. "Usulan Perawatan Sistem Boiler Dengan Metode Reliability Centered Maintenance ( RCM )." 18(01):86–93.

Sulistiyono, Rachmad Tri, Anda Iviana Juniani, and Iva Setyana. 2008. "Implementation of RCM II ( Reliability Centered Maintenance ) and RPN ( Risk Priority Number ) in Risk Assessment and Scheduling Maintenance Task at HPB ( High Pressure Boiler ) Base On JSA ( Job Safety Analysis )." 7(2):46–59.

UNEP. 2008. "Boiler & Pemanas Fluida Termis." United Nation Enviroment Program.

1. Ditaraing mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LAMPIRAN 1

### DATA KOMPONEN INSTRUMENTASI *BOILER*

#### PKS PT.MURINI SAM-SAM

Berdasarkan tema penelitian yang berjudul "Analisis Keandalan Instrumen *Boiler* Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PKS PT.MURINI SAM-SAM" yang dilakukan oleh:

Nama : Dian Rezha Berutu

Nim : 11355103042

Menyatakan bahwa data komponen dan instrumen *boiler* yang digunakan adalah benar data yang diambil dari PKS PT.MURINI SAM-SAM. Data tersebut diperoleh berdasarkan penelitian yang dilakukan serta hasil wawancara terhadap *staff* yang berwenang dengan adanya izin pimpinan perusahaan. Data yang diperoleh akan digunakan dengan semestinya dan dengan sebaik-baiknya.

Pinggir, 23 Januari 2021

Masinis Kepala Pabrik

Lilik Praharianto

NIK. 62 99 002305

## DATA KOMPONEN INSTRUMENTASI *BOILER*

### PKS PT. MURINI SAM-SAM

#### 1. INSTRUMENTASI *BOILER*

Adapun komponen yang terdapat pada *boiler* adalah:

##### 1. *Manometer* Analog



Gambar 2. 13 *Manometer* analog

##### 2. *Manometer* Digital



Gambar 2. 14 *Manometer* Digital

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 3. Safety Valve



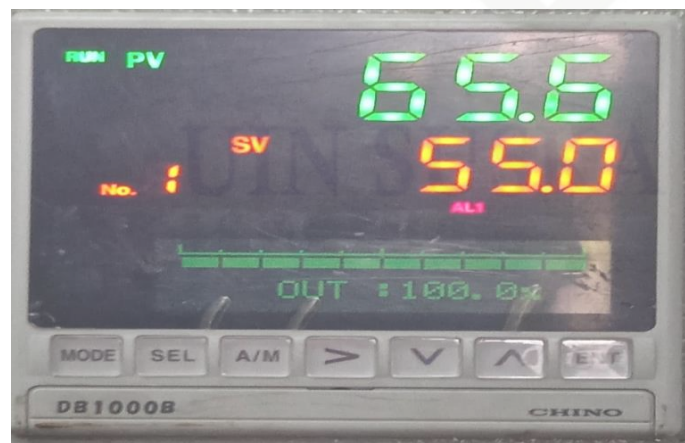
Gambar 2. 15 Safety Valve

### 4. Water Level Gauge Analog



Gambar 2. 16 Water level gauge Analog

### 5. Water Level Gauge Digital



Gambar 2. 17 Water level gauge Digital

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 6. Termobimetal



Gambar 2. 18 Termometer bimetal

## 7. Flowmeter



Gambar 2. 19 Flowmeter



## LAMPIRAN 2

### DATA KERUSAKAN PADA INSTRUMEN BOILER BERDASARKAN DATA PERUSAHAAN PKS PT.MURINI SAM-SAM

Berdasarkan tema penelitian yang berjudul "Analisis Keandalan Instrumen *Boiler* Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PKS PT.MURINI SAM-SAM" yang dilakukan oleh:

Nama : Dian Rezha Berutu

Nim : 11355103042

Menyatakan bahwa data kerusakan yang digunakan adalah benar data kerusakan yang ada di PKS PT.Murini Sam-Sam. Data tersebut diperoleh dari penelitian yang dilakukan serta hasil wawancara terhadap *staff* bagian yang berwenang dengan adanya izin pimpinan perusahaan. Daya yang diperoleh akan digunakan dengan semestinya dan dengan sebaik-baiknya.

Pinggir, 23 Januari 2021

Masinis Kepala Pabrik

Lilik Praharianto

NIK. 62 99 002305

1. Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang
  - a. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
  - b. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### LAMPIRAN 3

#### Transkrip Wawancara

#### ANALISIS KEANDALAN INSTRUMEN *BOILER* DENGAN METODE *RELIABILITY CENTERED MAINTENANCE (RCM)* DI PKS. MURINI SAM-SAM

Topik pembahasan : Analisa Keandalan Instrumentasi *Boiler* di PKS PT.Murini Sam-Sam  
Maksud dan tujuan : Mengetahui Data Kerusakan  
Responden : Lilik Praharianto  
Jabatan : Masinis Kepala Pabrik  
Lokasi : Pinggir, PKS PT. Murini Sam-Sam  
Hari/Tanggal : Sabtu 23 Januari 2021

Dengan ini dinyatakan bahwa transkrip wawancara terlampir benar adanya dan dapat dipertanggung jawabkan dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Pinggir, 23 Januari 2021

Masinis Kepala Pabrik

Lilik Praharianto

NIK. 62 99 002305



Keterangan : P = Peneliti, R = Responden

**P : Apakah pengaruh yang terjadi jika boiler mengalami kegagalan operasi.?**

*R : pabrik lumpuh atau tidak dapat beroperasi, karena boiler tidak menghasilkan steam yang harusnya berfungsi untuk menggerakkan turbin untuk menghasilkan listrik.*

**P : apakah instrumentasi boiler sangat berpengaruh pada sistem kerja boiler.?**

*R : Instrumentasi pada boiler sangat berpengaruh pada sistem kerja boiler, boiler bisa saja mengalami gangguan yang menyebabkan turunya kinerja boiler bahkan dampak yang paling buruk dapat mengancam keselamatan kerja.*

**P : apa saja instrumentasi yang ada pada boiler.?**

*R : instrumentasi pada boiler terdiri dari, savety valve, manometer analog dan digital, waterlevel analog dan digital, termobimetal dan flowmeter*

**P : Apa kerusakan atau kegagalan yang terjadi pada instrumen Savety Valve.?**

*R : Biasa kerusakan yang terjadi pada savety valve per atau klepnya macet.*

**P : Apa kerusakan atau kegagalan yang terjadi pada instrumen Manometer Analog.?**

*R : Jarum tidak bergerak (macet) dan terkadang pembacaan jarum tidak akurat.*

**P : Apa kerusakan atau kegagalan yang terjadi pada instrumen Manometer Digital.?**

*R : Tidak membaca dengan akurat atau terkadang display error, biasanya karena umur pemakaian yang sudah terlalu lama.*

**P : Apa kerusakan atau kegagalan yang terjadi pada instrumen Waterlevel Analog.?**

*R : Kegagalan yang terjadi di waterlevel ini paking bocor dan kaca gelas penduga pecah*

**P : Apa kerusakan atau kegagalan yang terjadi pada instrumen Waterlevel Digital.?**

*R : Tidak membaca dengan akurat atau terkadang display error, biasanya karena umur pemakaian yang sudah terlalu lama.*

**P : Apa kerusakan atau kegagalan yang terjadi pada instrumen Termobimetal.?**

*R : Jarum tidak bergerak (macet) dan terkadang pembacaan jarum tidak akurat.*





- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**P : Apa kerusakan atau kegagalan yang terjadi pada instrumen Flowlevel.?**

*R : Pembacaan jarum tidak bergerak (macet) dan terkadang pembacaan jarum tidak akurat, hal ini menyebabkan tidak dapat mengetahui volume air yang ada pada tanki boiler.*

**P : Apakah sebelumnya pernah dilakukan analisa keandalan pada boiler terutama pada instrumentasi boiler.?**

*R : Belum pernah dilakukan analisa keandalan boiler ataupun instrumentnya.*

**P : Menurut Anda perlukan dilakukan analisa keandalan pada instrumentasi boiler.?**

*R : Analisa keandalan perlu dilakukan karena mengingat boiler adalah komponen yang sangat besar pengaruhnya pada proses pengolahan dipabrik, maka perlu adanya parameter yang akan menjadi acuan untuk tindakan perawatan yang tepat.*



## LAMPIRAN 4

### DATA WAKTU JAM JALAN BOILER BERDASARKAN DATA PERUSAHAAN PKS PT.MURINI SAM-SAM

Berdasarkan tema penelitian yang berjudul "Analisis Keandalan Instrumen *Boiler* Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PKS PT.MURINI SAM-SAM" yang dilakukan oleh:

Nama : Dian Rezha Berutu

Nim : 11355103042

Menyatakan bahwa data jam jalan yang digunakan adalah benar data jam jalan yang ada di PKS PT.Murini Sam-Sam. Data tersebut diperoleh dari penelitian yang dilakukan serta hasil wawancara terhadap *staff* bagian yang berwenang dengan adanya izin pimpinan perusahaan. Data yang diperoleh akan digunakan dengan semestinya dan dengan sebaik-baiknya.

Pinggir, 23 Januari 2021

Masinis Kepala Pabrik

Lilik Praharianto

NIK. 62 99 002305

1. Hak cipta Dilindungi Undang-Undang
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Boiler  
Vickers  
Takuma N  
1300

1. Dilarang menjiplak atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber.
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LAMPIRAN 5

### DATA KEGAGALAN INSTRUMENTASI BOILER BERDASARKAN DATA PERUSAHAAN PKS PT.MURINI SAM-SAM

Berdasarkan tema penelitian yang berjudul "Analisis Keandalan Instrumen *Boiler* Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PKS PT.MURINI SAM-SAM" yang dilakukan oleh:

Nama : Dian Rezha Berutu

Nim : 11355103042

Menyatakan bahwa data kegagalan yang digunakan adalah benar data kegagalan yang ada di PKS PT.Murini Sam-Sam. Data tersebut diperoleh dari penelitian yang dilakukan serta hasil wawancara terhadap *staff* bagian yang berwenang dengan adanya izin pimpinan perusahaan. Data yang diperoleh akan digunakan dengan semestinya dan dengan sebaik-baiknya.

Pinggir, 23 Januari 2021

Masinis Kepala Pabrik

Lilik Praharianto

NIK. 62 99 002305

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

© Hak cipta milik UIN Suska Riau

State Islamic University of Sultan Syarif Kasim Riau





No	Komponen		Kerusakan boiler Vickers					
			2016	2017	2018	2019	2020	Jumlah
1	Manometer	Analog	-	-	1	-	-	1
		Digital	1	-	-	-	-	1
2	Safety Valve		-	1	-	-	-	1
3	Water Level Gauge	Analog	-	-	-	-	1	1
		Digital	-	-	1	-	-	1
4	Termobimetal		-	-	-	1	-	1
5	Flowmeter		-	1	-	-	1	2

No	Komponen		Kerusakan boiler Takuma N1300					
			2016	2017	2018	2019	2020	Jumlah
1	Manometer	Analog	1	-	-	1	-	2
		Digital	-	1	-	-	-	1
2	Safety Valve		-	-	1	-	-	1
3	Water Level Gauge	Analog	-	-	1	-	1	2
		Digital	-	-	-	1	-	1
4	Termobimetal		-	1	-	1	-	2
5	Flowmeter		1	-	-	-	1	2

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LAMPIRAN 6

### PERHITUNGAN NILAI MTTF

Perhitungan MTTF instrument boiler Takuma N1300

$$MTTF = \frac{1}{\lambda}$$

Dimana:

$$\lambda = \frac{\text{Jumlah kegagalan}}{\text{total waktu operasi (jam)}}$$

Total waktu operasi = waktu operasi (18849 jam) – total waktu perbaikan komponen

1. *Safety valve*

$$\lambda = \frac{1}{18849-3} = 0.00005306165$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.0000530616} = 18.846$$

2. *Manometer Analog*

$$\lambda = \frac{2}{18849-2} = 0.0001061176$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.0001061176} = 9.423$$

3. *Manometer Digital*

$$\lambda = \frac{1}{18849-2} = 0.0000530588$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.0000530588} = 18.847$$

4. *Flowmeter*

$$\lambda = \frac{2}{18849-2} = 0.0001061176$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.0001061176} = 9.423$$

5. *Waterlevel (Analog)*

$$\lambda = \frac{2}{18849-2} = 0.0001061176$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.0001061176} = 9.423$$

6. *Waterlevel (Digital)*

$$\lambda = \frac{1}{18849-2} = 0.0000530588$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.0000530588} = 18.847$$

7. *Termobimetal*

$$\lambda = \frac{1}{18849-2} = 0.0000530588$$

$$MTTF = \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{0.0000530588} = 18.847$$

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## LAMPIRAN 7

### PERHITUNGAN NILAI MTTR

Perhitungan MTTR instrument boiler Takuma N1300

$$MTTR = \frac{1}{\mu} = \frac{\text{lama perbaikan}}{\text{jumlah kegagalan}}$$

1. Savety valve

$$MTTR = \frac{3}{1} = 3 \text{ jam}$$

$$\text{per 5 tahun } MTTR = \frac{3}{1} = 3 \text{ jam}$$

2. Manometer analog

$$MTTR = \frac{2}{2} = 1 \text{ jam}$$

$$\text{per 5 tahun } MTTR = \frac{4}{2} = 2 \text{ jam}$$

3. Manometer digital

$$MTTR = \frac{2}{1} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{per 5 tahun } MTTR = \frac{2}{1} = 2 \text{ jam}$$

4. Flowmeter

$$MTTR = \frac{2}{2} = 1 \text{ jam}$$

$$\text{per 5 tahun } MTTR = \frac{4}{2} = 2 \text{ jam}$$

5. Waterlevel (Analog)

$$MTTR = \frac{2}{2} = 1 \text{ jam}$$

$$\text{per 5 tahun } MTTR = \frac{4}{2} = 2 \text{ jam}$$

6. Waterlevel (Digital)

$$MTTR = \frac{2}{1} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{per 5 tahun } MTTR = \frac{2}{1} = 2 \text{ jam}$$

7. Termobimetal

$$MTTR = \frac{2}{1} = 2 \text{ jam}$$

$$\text{per 5 tahun } MTTR = \frac{2}{1} = 2 \text{ jam}$$

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang UIN Suska Riau

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Dian Reza Eka Udi Barutu, kelahiran Kandis Riau, 06 Oktober 1995 Putra dari pasangan Simon Berutu dan Masda Sinambela, yang beralamat di kandis KM 83, Penulis merupakan anak ke dua dari lima bersaudara. Pengalaman pendidikan penulis yang dilalui dimulai dari Pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 12 Pinggir dan lulus pada tahun 2007. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Pinggir, lulus pada tahun 2010. Setelah tamat penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 1 Pinggir, lulus pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Fakultas Sains dan Teknologi, Jurusan Teknik Elektro, dan lulus pada tahun 2021.

Selama perkuliahan penulis dengan ketekunan, dan motivasi untuk belajar dan berusaha, penulis telah berhasil membuat tugas akhir, semoga dengan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi kepada siapapun yang membutuhkannya.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas terselesaikannya tugas akhir yang berjudul “**Analisis Keandalan Instrumen Boiler Dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* (RCM) di PKS PT.MURINI SAM-SAM**”

Nomer Seluler

:0822-8833-9074

Email

:dianrezha19@gmail.com

Twitter

:dianrezha\_

UIN SUSKA RIAU